

**Die jahreszeitlichen Schwankungen
des Phytoplanktons
im Dechsendorfer Weiher bei Erlangen**

Inauguraldissertation

der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

zur

Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

Hans-Otto Glenk

aus Feuchtwangen/Mfr.

Erlangen

Kommissionsverlag von Max Mencke

1956

1955 № 122

~~1956 № 79~~

Als Dissertation genehmigt von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Februar 1955

Dekan: Universitätsprofessor Dr. Otto Berninger

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. Julius Schwemmler

Berichterstatter: Privatdozent Dr. Erik Hausteiner

Sonderdruck aus Sitzungsberichte
der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen
77. Band / 1954

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Erlangen)

Die jahreszeitlichen Schwankungen des Phytoplanktons im Dechsendorfer Weiher bei Erlangen

Von Hans-Otto Glenk

	Seite
I. Einleitung	59
II. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	
1. Geschichte des Weihers	60
2. Topographie und Morphometrie	61
3. Vegetationsverhältnisse	62
4. Geologie	64
5. Klimatische Verhältnisse	65
III. Methodik	
1. Biologische Untersuchung	
a) Quantitative Bestimmung des Phytoplanktons	66
b) Probeentnahme	69
2. Physikalisch-chemische Untersuchung	
a) Temperaturmessung	71
b) Sichttiefebestimmung	71
c) Messung der Wasserstoffionenkonzentration	72
d) Bestimmung der Härte	72
e) Andere chemische Faktoren	73
IV. Ergebnisse	
A. Jahreszeitliche Schwankungen der Planktonquantität	
1. Frühjahr 1952 (April—Juni)	73
a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials	73
b) PH-Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren	74
c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht	75
2. Sommer 1952 (Juli—September)	78
a)—c) wie unter 1.	
3. Herbst 1952 und Winter 1953 (Ende Okt.—Febr.)	88
a)—c) wie unter 1.	
4. Frühjahr 1953 (März—Mai)	96
a)—c) wie unter 1.	
5. Sommer 1953 (Juni—Juli)	100
a)—c) wie unter 1.	
6. Rückblick auf den Jahresverlauf der Planktonentwicklung	104
B. Qualitative Zusammensetzung des Planktons während der Untersuchungszeit	
1. Monatliche Planktonlisten	106
2. Der monatliche prozentuale Anteil der einzelnen Algengruppen am qualitativen Aufbau der Planktongemeinschaft	107
3. Verzeichnis der gefundenen Algenarten	109

V. Diskussion	
1. Vergleich der Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Planktonuntersuchung mit den Ergebnissen anderer Autoren . . .	127
2. Einordnung des Dechsendorfer Weiher in verschiedene Gewässersysteme auf Grund des Untersuchungsergebnisses . . .	133
VI. Zusammenfassung der Ergebnisse	136
VII. Erklärungen zu den Figuren 1—4; 7; 8; 11—14	137
Tabelle 1	138
Tabelle 2	151
Figuren 1—4; 7; 8; 11—14	139
(übrige Figuren und Kartenskizze im Text)	150
Literaturverzeichnis	152

I. Einleitung

Das Studium der Schwebpflanzen (Phytoplankton) wurde seit Ende des vorigen Jahrhunderts in den meisten Ländern intensiv betrieben. Aus dem fränkischen Raum liegt jedoch noch keine eingehendere Bearbeitung vor trotz des dort herrschenden Reichtums an kleineren Gewässern. Überhaupt ist die Nordbayern betreffende algologische Literatur sehr dürftig, wie ein kurzer Überblick zeigen möge. Den ersten Beobachtungen über die Kryptogamenflora (M a r t i u s 1817), die heute nur noch historisches Interesse besitzen, folgte 1867 eine Veröffentlichung von R e i n s c h, welcher ausdrücklich auf die für Algenvegetation günstigen Bedingungen in Franken hinwies. Im ganzen fand R e i n s c h hier 503 Arten in 126 Gattungen, also eine für den damaligen Stand der Forschung erstaunlich hohe Zahl. Leider wurden diese erfolgversprechenden Arbeiten in der Folgezeit nicht fortgesetzt. Erst 40 Jahre später erschien wieder eine Untersuchung: L a m p e r t beschrieb 1907 die niedere Tier- und Pflanzenwelt des Dutzendteiches bei Nürnberg. Besonders betont er die bisherige Vernachlässigung der Hydrobiologie in Franken, welche es ihm unmöglich mache, seine Ergebnisse mit denen zu vergleichen, die an anderen Gewässern des Gebietes hätten erzielt werden können. Leider ist auch heute noch eine vergleichende Betrachtung unmöglich, denn die einzige später noch erschienene Arbeit: eine Diatomeenflora von Erlangen (M a y e r, A. 1940) trägt rein taxonomischen Charakter ohne die geringste Berücksichtigung ökologischer oder allgemeiner Gesichtspunkte.

Mit den erwähnten Veröffentlichungen wäre nun bereits die gesamte bisher über die niedere Flora Frankens vorhandene Literatur besprochen, wenn man von einigen in jüngster Zeit er-

folgten Bearbeitungen angrenzender Gebiete absieht (Gegend von Aschaffenburg: Bock, O. 1951, 1952, Bock, W. 1952, Bock, O. u. W. 1953. Potamoplankton des Mains: Jürgensen 1935).

Vorliegende Arbeit soll daher einen ersten Schritt zur Ausfüllung einer in dieser Hinsicht fühlbar gewordenen Lücke darstellen. 16 Monate hindurch wurde das Phytoplankton des Dechsendorfer Weihers bei Erlangen laufend beobachtet, wobei besondere Aufmerksamkeit auf die jahresperiodischen Schwankungen in qualitativer und quantitativer Hinsicht gerichtet wurde. Der untersuchte Teich ist eines der größten stehenden Gewässer Mittel- und Oberfrankens. Somit bestehen Aussichten, neben den gewöhnlichen heloplanktischen Organismen (vgl. Zacharias 1898 a, Steinecke 1940 u. a.) hier auch mehr oder weniger eulimnische Formen zu finden. Tatsächlich ergab sich ein großer qualitativer Formenreichtum.

Die Aufstellung rein qualitativer Planktonlisten darf heute nicht mehr das Ziel einer derartigen Arbeit sein. Bei der Durchführung der Untersuchungen, die sich über den Zeitraum April 1952—August 1953 erstreckten, wurden daher die Gesichtspunkte und Probleme der modernen Limnologie möglichst weitgehend berücksichtigt. Die Verarbeitung der Plankton- und Wasserproben erfolgte im Botanischen Institut der Universität Erlangen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Julius Schwemmler, der das Thema stellte, möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung der Arbeit sowie für das ständige Interesse, welches er meinen Untersuchungen entgegenbrachte, bestens danken. Für freundliche Überlassung von Literatur und klärende Diskussion zahlreicher Fragen danke ich Herrn Prof. Dr. W. Wunder. Dank schulde ich auch Herrn Priv.-Dozent Dr. E. Haustein für manche Anregungen und Hinweise zur Durchführung der Arbeit. Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. H. J. Stammer, der mir bei der Drucklegung hilfreich zur Seite stand.

II. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

1. Geschichte des Weihers

Der Dechsendorfer Weiher oder Große (Untere) Bischofsweiher (amtlicher Name) liegt ungefähr 6 km nordwestlich der Stadt Erlangen bei dem Orte Groß-Dechsendorf und zwar bereits innerhalb des heutigen Regierungsbezirkes Oberfranken. Er gehört zu dem großen Teichgebiet, das sich auf dem von den Flüssen Aisch,

Regnitz und Aurach begrenzten Teil der fränkischen Keupertafel hinzieht. Bereits seit dem Mittelalter wird hier Fischzucht betrieben. Die geologischen Verhältnisse sind nämlich zur Errichtung von Fischteichen hervorragend geeignet (vgl. Abschnitt über Geologie). Die Anlage des Dechsendorfer Weiher wie auch der anderen Teiche des Gebietes erfolgte durch das Bistum Bamberg, zu dessen Besitz die gesamte Gegend gehörte (daher der Name Bischofsweiher). Eine genaue Jahreszahl läßt sich nicht angeben, jedoch gelingt es anhand von Urkunden, die Existenz der Teiche bis in die zweite Hälfte des 14. Jahrhunderts zurückzuverfolgen (Hofmann 1927). Köberlin 1899 nahm sogar an, die meisten Teiche seien bereits kurz nach Gründung des Bistums Bamberg, also etwa im 11. Jahrhundert, angelegt worden. Bis zur Säkularisation im Jahre 1806 stand der Dechsendorfer Weiher unter der Verwaltung des Fürstbischöflichen Hochstiftes Bamberg. Durch verschiedene Zwischenhändler gelangte er dann in den Besitz einer bäuerlichen Genossenschaft in Groß-Dechsendorf, die bis heute das Nutzungsrecht genießt. In jüngster Zeit dient der Weiher auch als beliebter Badeplatz für die Erlanger Bevölkerung. Wir werden an verschiedenen Stellen auf den Einfluß, den der sommerliche Badebetrieb auf die Entwicklung des Planktons hat, noch zu sprechen kommen.

2. Topographie und Morphometrie

Wie oben erwähnt, ist der Dechsendorfer Weiher ein künstlich angelegtes Gewässer, ein Teich im Sinne Thienemann's (1925). Die Bezeichnung „Weiher“ ist also streng genommen falsch, es sei jedoch gestattet, sie im folgenden neben dem Begriff „Teich“ beizubehalten. Die genaue geographische Lage ist $49^{\circ} 38'$ nördl. Breite und $10^{\circ} 57' 30''$ östl. Länge (für die Mitte des Weiher). Die größte Ausdehnung beträgt in NW-SO-Richtung 1500 m, in SW-NO-Richtung etwa 600 m, die bedeckte Fläche rund 40 ha; die Uferlänge 3,7 km. Somit stellt er wohl das derzeit größte stehende Gewässer Ober- und Mittelfrankens dar (früher befand sich beim Schloß Seehof vor den Toren Bambergs ein noch größerer Teich, die sog. „Breitenau“ mit 60 ha). Am Südenende des Weiher erstreckt sich eine 250 m lange Staumauer aus Sandsteinquadern, in deren Mitte der Abstich zum Ablassen des Weiher angebracht ist. Dort ist auch die tiefste Stelle: bei Normalwasserstand 2,80 m. Das übrige Ufer ist vom natürlichen Untergrund gebildet; künstliche Dämme befinden sich nur noch am Nordufer (2 mal 150 m) und trennen dort eine Reihe von Nebenteichen ab,

die sehr flach sind und im Sommer austrocknen. Die mittlere Tiefe des Hauptweiher kann mit 1,50 m angenommen werden, somit beläuft sich der Wasserinhalt auf 600 000 m³. Normalerweise ist der Zustrom, den der Weiher im NW und N erhält (vgl. Kartenskizze) sehr gering, so daß fast kein Wasserabfluß erfolgt. In Zeiten verstärkter Wasserführung fließt das Oberflächenwasser über einen Betonüberlauf ab, der sich an der äußersten Südwestecke befindet.

In jüngster Zeit wurden am Südwestufer viele Wohnhäuser errichtet, jedoch dürfte dadurch kein wesentlicher anthropogentrophierender Einfluß auf das Teichwasser ausgeübt werden.

3. Vegetationsverhältnisse

Die freie Wasserfläche (Teichpelagial), etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ des gesamten Weiherareals, beginnt im Nordwestdrittel und erstreckt sich dann breiter werdend gegen das Südostufer. Dieses ist der Hauptwindrichtung (NW) exponiert und daher pflanzenleer. Die übrigen Ufer zeigen fast durchwegs Bewuchs durch Röhrichtgesellschaften: *Phragmitetum-Scirpetum*, welches am Südufer als verhältnismäßig dichter Bestand von *Scirpus lac.*, am Nordufer als mehr schütterere Reinvegetation von *Phragmites comm.* ausgebildet ist. Im tieferen Wasser folgt zentralwärts ein *Potamogetonnetum* (vgl. Naumann 1931 S. 719), charakterisiert vor allem durch *Potamogeton crispus*, *Ranunculus aquatilis* und größere Reinbestände von *Nymphaea alba*. In der Zone der submersen Vegetation herrschen *Elodea canadensis* und *Ceratophyllum demersum* vor. Am Ufer des obersten Teiles (Nordwestende) des Weihers trifft man einige *Alnus*bestände; dort findet ein langsamer Verlandungsprozeß statt. Im N und O des Gewässers tritt Kiefernwald bis an die Ufer heran, auch im S ist ein Waldstreifen vorgelagert, nur im NW folgt eine größere ackerbaulich genutzte Fläche, welche nach W hin, gemäß dem nordöstlichen Einfallen der Keuperschichten, sanft ansteigt. Der Einfluß landwirtschaftlicher Düngung auf das Teichwasser ist somit ziemlich gering. Einen Überblick über die geschilderten Verhältnisse gibt die Kartenskizze.

Diese wenigen Bemerkungen über die Phanerogamenvegetation des Untersuchungsgebietes mögen hier genügen. Es sollten aber bei weiteren Arbeiten über fränkische Gewässer in Richtung auf eine regionale Limnologie (vgl. Naumann 1932) möglichst noch genaue Aufnahmen der Litoralassoziationen einbezogen wer-

Kartenskizze

Unterer Bischofsweiher

100 m 200 m 300 m

1:10000

Legende:

— = Alnus

+ = Typha latifolia

- = Scirpus lac.

o = Glyceria aqu.

o = Phragmites comm.

o = Juncus u. Acorus cal.

o = Nymphaea alba

o = verlandete sumpfige Stellen

o = Pinetum

o = Entnahmestellen zur

quant. Bestimmung

d. Reichhaltigkeit Planktons

o = Wege und Straßen

o = Ständig bewohnte

Gebäude

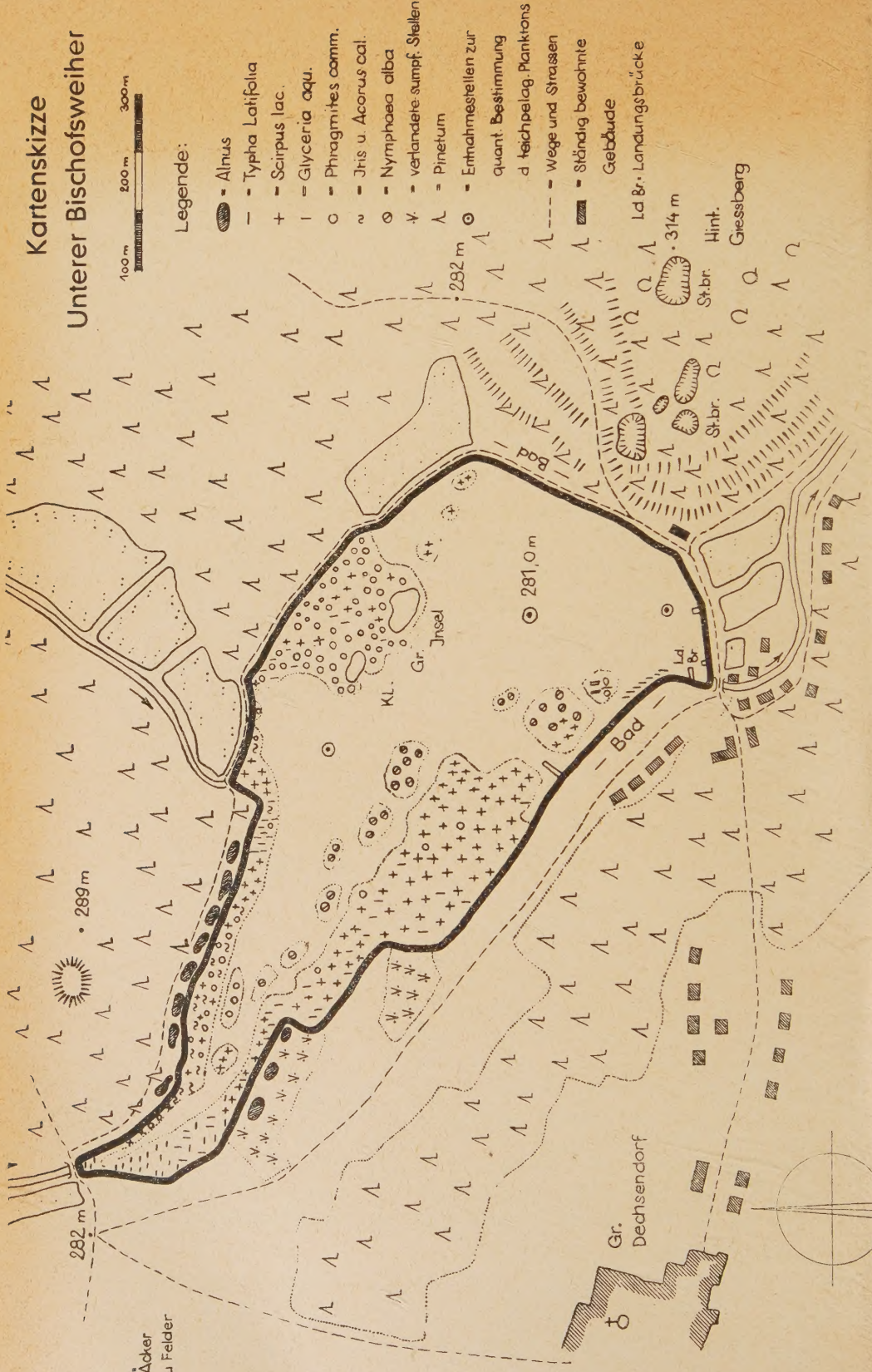
o = Ld. Br. Landungsbrücke

o = 314 m

o = St. br.

o = Hint.

o = Gressberg



Äcker
u. Felder

den, um so auch die Pflanzensoziologie zur Beurteilung des Gewässertyps mit heranziehen zu können, wie dies in Finnland und in Schweden bereits geschehen ist (vgl. bei R o l l 1942).

4. Geologie

Der Dechsendorfer Weiher gehört, wie bereits kurz erwähnt, zu dem Aischgründer Karpfenzuchtgebiet. Dieses erstreckt sich über verschiedene Schichten des Mittleren oder Bunten Keupers. In der betreffenden Region besteht er aus:

Mittlere bunte Lettenschiefer.

Mächtigkeit 30—40 m, tonig-sandig, häufig schwärzliche Mangan-ausscheidungen; besonders im westlichen Teil anstehend.

Dolomitische Arkosen.

Mächtigkeit 30—50 m, knollige dolomitische Schichten, liefern weiße Sande und Sandsteine.

Stuben- oder Burgsandstein.

Mächtigkeit 20—30 m. Sandstein- und Lettenschichten in bunter Wechsellagerung. Oft mangan- und eisenhaltig (rötliche Färbung!). Als jüngste Schicht besonders im Ostteil sowie auf den Erhebungen anstehend (so besteht z. B. der sich am Südostufer des Weiher erhebende Gießberg — 314 m — aus Burgsandstein).

Diese drei Schichtenkomplexe lassen sich oft nicht sicher trennen und sind daher auf der „geognostischen Karte von Bayern“ 1 : 100 000 Bl. XIII unter der Bezeichnung „Kp 6—8“ zusammengefaßt (nach v. G ü m b e l 1867).

Im ganzen Gebiet befinden sich wasserstauende tonig-bindige Lettenschichten; dadurch, sowie durch die geringe Reliefenergie wird die Anlage von Teichen sehr erleichtert und ist stellenweise geradezu ein Erfordernis. Die Böden der Talsohlen sind nämlich oft infolge ihrer Neigung zu Versumpfungen minderwertig. Somit verbleibt für eine lohnende wirtschaftliche Nutzung an diesen Stellen nur die Fischzucht (C n o p f 1926, H o f m a n n 1927).

Das Einzugsgebiet des Weiher hat eine Größe von ca. 28 qkm und liegt in seiner ganzen Ausdehnung auf den besprochenen Keuperschichten. Betreffs der chemischen Zusammensetzung des Weiherwassers darf man also vor allem mit einer geringen Härte sowie mit einem verhältnismäßig hohen Mangan- und Eisengehalt rechnen. Beides wurde durch chemische resp. biologische Untersuchung bestätigt. Der größte Teil des einströmenden Was-

sers passiert vorher eine Reihe weiter nordwestlich gelegener Teiche, zuletzt den Oberen Bischofsweiher (=Oberer Dechsendorfer Weiher). Es enthält daher zeitweise bereits beim Einfluß eine gewisse Menge Heloplankton, so besonders im Herbst, wenn die Wasserführung durch das Ablassen des Oberen Bischofsweiher groß wird (vgl. S. 94).

Der Untere Bischofsweiher selbst befindet sich nicht ausschließlich auf Keuperboden, sondern hart an der Grenze des Burgsandsteins (im N und O) gegen eine Zone diluvialer Sande (im S), die sich vom Regnitztal her durch den unteren Teil des sog. Seebachtales nach W zieht. Dort verläuft auch der Abfluß des Weiher. Diese unfruchtbaren Ablagerungen begleiten das Regnitztal fast in seiner ganzen Länge als Hochterrassen und dringen an den Mündungen der zahlreichen Seitentäler weit aufwärts vor.

Unmittelbar am Ufer unseres Weiher sind die Sande durch alluviale Sedimente überdeckt. Am Südwestufer besitzen diese rezenten Bildungen eine maximale Breite von etwa 200 m. Dort dürfte seit dem Aufstau des Wassers ein steter, langsamer, wohl zeitweise auch unterbrochener Verlandungsprozeß durch Anschwemmung und Sedimentation autochthonen Detritus' stattgefunden haben.

Der Boden des Weiher ist im gesamten Bereich der höheren Vegetation mit helischen Ablagerungen bedeckt, meist aus grauer bis braunschwäzlicher Grobdetritusgyttja (im Sinne Lundqvist's — vgl. Naumann 1931 S. 75 ff.) bestehend. Im Ostteil findet sich dagegen vielfach reiner Sanduntergrund, der stellenweise tonige Streifen erkennen läßt. Dort handelt es sich also um anstehende Keuperschichten, welche nicht von alluvialen Sedimenten überdeckt werden.

5. Klimatische Verhältnisse

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist verhältnismäßig mild. Das langjährige Mittel der Temperatur (1881—1940) beträgt für Erlangen 8,2° C (Mitt. d. deutschen Wetterdienstes in der US-Zone Nr. 4/1950), für das gesamte Aischgebiet ebenfalls 8—9° C bei milden Wintern und warmen Sommern. Die mittlere Niederschlagshöhe ist 729 mm für Erlangen. Phänologisch ist der Aischgrund gegenüber der Oberpfalz um 2—3 Wochen, gegenüber der Gegend von Ansbach um 1—2 Wochen voraus (Hofmann).

Diesen Verhältnissen entsprechend sind die Teiche im Winter nur kurze Zeit mit einer geschlossenen Eisdecke überzogen: 1952/53 etwa 3½ Monate (von Mitte November bis Ende Februar),

1953/54 nur $2\frac{1}{2}$ Monate (Ende Dezember bis Mitte März). Dennoch genügt dieser Zeitraum, um das Plankton in quantitativer und qualitativer Hinsicht stark zurückgehen zu lassen, wie noch gezeigt werden wird.

Die während des Beobachtungsjahres herrschende Witterung wird im Abschnitt „IV. Ergebnisse“ besprochen.

III. Methodik

1. Biologische Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung war es, ein möglichst genaues, lückenloses Bild der jährlichen Entwicklung der pelagischen Lebensgemeinschaft im Dechsendorfer Weiher zu erhalten. Zu diesem Zweck ist es nötig, viele, wenn auch nur stichprobenartige Beobachtungen in kürzester Zeit einander folgen zu lassen. Dies betont Weimann ausdrücklich (1939 S. 693). Leider scheint diese Erkenntnis noch nicht allgemein durchgedrungen zu sein. So findet man gelegentlich Arbeiten, bei denen nur monatliche Netzproben (!) entnommen wurden, als „Jahresreihenuntersuchung“ bezeichnet (vgl. Bock, O. u. W. 1953). Bei vorliegender Arbeit wurden die einzelnen Planktonproben im Abstand von 3—4 Tagen im Frühjahr und Sommer und von 4—5 Tagen im Winter gewonnen. Dieser Arbeitsrhythmus wurde während der ganzen Untersuchungszeit vom 1. April 1952 bis zum 1. August 1953 beibehalten. In der Zeit bis Februar 1954 folgten dann noch gelegentliche Kontrollentnahmen.

a) Quantitative Bestimmung des Phytoplanktons

Seit langem ist bekannt, daß auch mittels der feinsten Netze aus Müllergaze (Nr. 25) keine vollständige qualitative oder gar quantitative Erfassung des Planktons erzielt werden kann (Lohmann 1908, 1911; Naumann 1923, Utermöhl 1925, 1931a, 1931b, Wunder 1935b u. a.). Es muß vielmehr zur vollständigen Erfassung auch der kleinsten Formen des Nanoplanktons¹⁾ unbedingt eine sog. „quantitative Methode“ angewendet werden, wobei Netzfänge zum qualitativen Studium

1) Bezüglich der Einteilung des Gesamtplanktons nach seiner Größe und somit nach der Erbeutbarkeit mittels verschiedener Methoden vgl. Schütt 1892, Bachmann 1911, Lohmann 1911, Naumann 1929a und 1931 (S. 440 resp. 614). Letzterer unterteilt in:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Megaloplankton (mehrere cm) | 4. Mikroplankton (über 60 my) |
| 2. Makroplankton (mehrere mm) | 5. Nanoplankton (60—5 my) |
| 3. Mesoplankton (1000—500 my) | 6. Ultraplankton (unter 5 my). |

seltenerer, größerer Formen des sog. Mikro- und Mesoplanktons¹⁾ nebenher durchgeführt werden sollten (vgl. Panknin 1941, Bethge 1952). Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Ermittlung beruhen alle darauf, daß aus einem Gewässer entnommene Schöpfprouben entweder direkt oder nach Anreicherung der Organismen untersucht werden.

Zur Verfügung stehen: Kammverfahren (nach Kolkwitz, vgl. bei Naumann 1923), Zentrifugenmethode (Lohmann 1908, 1911, Birge and Juday 1922), Sedimentationsverfahren (Volk 1901, Naumann 1923, Utermöhl 1925), Methode des umgekehrten Mikroskops (Utermöhl 1931), Membranfilterverfahren (vgl. bei Zeller 1941/42, Schmitz 1952) und Ermittlung des Chlorophyllgehaltes einer Wasserprobe (Harvey 1934, Handke 1941, Geßner 1942, 43, 49, 50, 53). Aus technischen Gründen konnte bei vorliegender Arbeit nur das Sedimentationsverfahren durchgeführt werden. Es kam vom Juli 1952 bis August 1953 regelmäßig zur Anwendung und wurde wie folgt gehandhabt: Zu jeder Bestimmung wurde 1 l Wasser aus verschiedener Tiefe und an verschiedenen Stellen des Teichpelagials entnommen (vgl. Abschnitt „Probenentnahme“). Um nachträgliche Veränderung in der Zusammensetzung zu vermeiden, wurde sofort durch Zugabe von konzentrierter Lugol'scher Lösung (J_2 in KJ) bis zu weingelber Färbung fixiert. Diese Fixation (vgl. Utermöhl 1925, Schömmmer 1949, S. 35) ist weit schonender und besser als bei Verwendung anderer Mittel, z. B. Chromsäure, Formalin-Eisessiggemische etc., wie sie von Johansen 1940 angegeben werden. Im Institut wurde dann die so behandelte Probe mindestens 24 Stunden erschütterungsfrei aufgestellt. Dabei vollzieht sich eine vollständige Sedimentation des Planktons. Nur einige wasserblütebildende Cyanophyceen bleiben an der Oberfläche (vgl. Utermöhl 1925); jedoch spielen sie im Dechsendorfer Weiher quantitativ wie qualitativ eine sehr untergeordnete Rolle. Die überstehende Flüssigkeit wurde mittels eines aus zwei Pipetten und Schlauchstück bestehenden Saughebers vorsichtig bis auf etwa 150 ccm abgesaugt, die Wände der Flasche wurden sodann abgespült und das Ganze in einen 200-ccm-Meßzylinder übergeführt. In diesem wurde nochmals eine 24stündige Sedimentation durchgeführt und sodann auf etwa 8 ccm abgesaugt, die Wände gut abgespült, bis genau 10 ccm Flüssigkeit vorhanden waren. Das gesamte Plankton des entnommenen Liters befindet sich nun in diesen 10 ccm. Die Verluste sind bei

1) Vgl. Anm. S. 66.

sorgfältiger Handhabung der Methode so gering, daß sie vernachlässigt werden können, wie durch laufende Kontrollen des Dekantats festgestellt wurde.

Die erzielte 100fache Anreicherung des Planktons erwies sich, wie durch Vorversuche im Mai/Juni 1952 ermittelt, für die Untersuchung mittels nachfolgender Zählung am geeignetsten. Es war sogar möglich, mit der gleichen Methode ohne Abänderung die Planktonschwankungen auch während der quantitativ armen winterlichen Vegetationszeit zu verfolgen. Schwierig wurde die Durchführung nur während einzelner extrem hoher Populationsmaxima, jedoch auch hier konnte die Methode noch beibehalten werden. Die Tatsache, daß die einzelnen Werte alle auf genau die gleiche Weise erzielt wurden, stellt ohne Zweifel eine zusätzliche Sicherheit beim Vergleich jahreszeitlich auseinanderliegender Planktondichten dar.

Durch Zählung mußte jetzt noch festgestellt werden, wieviel Zellen der einzelnen Algen sich in den durch die Sedimentation erhaltenen 10 ccm befanden. Leider stand keine Hensen'sche Stempelpipette zur Verfügung (vgl. Hensen 1887, Apstein 1896, Steiner, G. 1919, Naumann 1923), mit deren Hilfe es gelingt, aus einer Zellsuspension ohne die geringste Konzentrationsänderung Proben von je 0,1—25 ccm zum Durchzählen zu entnehmen. Jedoch darf man annehmen, daß auch bei der hier angewandten Tropfenentnahme die ursprünglichen Konzentrationsverhältnisse annähernd gewahrt bleiben. Es wurde nach längerem Schütteln und Umrühren aus der Mitte des Meßzylinders 1 ccm in eine Blutkörperchen-Pipette eingesaugt ($1/100$ -ccm-Teilung). Davon wurde genau 0,1 ccm auf eine Zählplatte gebracht und durchgezählt, der Rest zurücklaufen gelassen. Die verwendete Zählplatte stellt einen größeren Objektträger dar, auf dem im Abstand von 0,5 mm senkrechte Linien eingeritzt sind. Der aufgebrauchte Tropfen (0,1 ccm) wurde mit einer Nadel so verteilt, daß er in der Breite genau 40 Streifen einnahm. Nach vorsichtigem Auflegen eines Deckglases (18×18 mm), unter dem dann beiderseits sowie vorne und hinten je 1 mm flüssigkeitsbedeckte Fläche vorstand, wurde durch Betrachten mit Lupenvergrößerung die Verteilung der Organismen auf der Platte auf ihre Gleichmäßigkeit hin geprüft (vgl. Utermöhl 1925). Ergaben sich Ungleichmäßigkeiten, so wurde das Präparat verworfen und ein neues in beschriebener Weise angefertigt. Von den 40 Streifen wurden nunmehr unter Benützung des Objektivs 3

und Okulars 12,5 (außerdem 1,5fache Eigenvergrößerung des Tubus) 5×2 Streifen, welche gleichmäßig über die Gesamtfläche verteilt waren, durchgezählt. Der erhaltene Wert ergab mit 4 und 100 multipliziert die Zahl der Organismen pro Liter.

Jede Zählung nahm etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch. Es wurden stets 2—3, in zweifelhaften Fällen 4 Zählplattenpräparate durchgezählt und aus den erhaltenen Ergebnissen ein mittlerer Wert pro Liter errechnet. Infolge des sehr großen Formenreichtums war es unmöglich, alle Arten einzeln zu zählen. Außerdem ist dies auch oftmals deshalb nicht durchführbar, weil die Unterscheidungsmerkmale auf den ersten Blick häufig nicht erkennbar sind. Aus diesen Gründen wurde nur die Frequenz sämtlicher im Phytoplankton vorhandenen Algengruppen bestimmt sowie die Häufigkeit sog. Massenformen: u. a. *Asterionella formosa*, *Mallomonas spec.*, *Dinobryon spec.*, *Trachelomonas volvocina*, *Ceratium hirundinella*. Bei koloniebildenden Phytoplanktern (bes. Protococcalen und Cyanophyceen) liegt den Zählwerten das Coenobium als Einheit zugrunde, bei solitären Formen naturgemäß die Einzelzelle.

b) Probenentnahme

Die Proben wurden stets aus dem Teichpelagial entnommen und zwar meist in den frühen Nachmittagstunden (vergleichsweise vormittags und nachts durchgeführte Entnahmen zeigten keine Unterschiede betreffs ihres Phytoplanktongehaltes). Bekanntlich ist im Pelagial das Plankton besonders bei windstillem Wetter mehr oder weniger scharf geschichtet. Dies gilt nicht nur von Seen (vgl. Lozéron 1902, Findenegg 1943, Geßner 1949, 1950, 1953, Ruttner 1940, Welch 1952 u. a. m.), sondern auch von Teichen, wo die Schichtung der chemisch-physikalischen Faktoren und der Plankter oft auf wenige Zentimeter zusammengedrängt ist (Weimann 1934, 1935 a). Da diese vertikale Schichtung nicht untersucht werden sollte, mußte bei der Probeentnahme darauf geachtet werden, alle Schichten von der Oberfläche bis zum Grund gleichmäßig zu berücksichtigen. Dies gelingt sehr leicht mittels einer Methode von Utermöhl (1935; Wunder 1935 b, Ziegelmeyer 1938, 1940): es werden Glasröhren von 17 mm Weite, die durch kurze Gummistücke verbunden sind, senkrecht in das Wasser bis knapp über den Grund eingesenkt; daraufhin wird die obere Öffnung mit einem Korken verschlossen. Nach dem Herausheben kann die so gewonnene Wassersäule in beliebige Sammelgefäße entleert werden. In

unserem Falle wurde eine 1 Literflasche benützt. Dieser Vorgang wurde an verschiedenen Stellen des Pelagials wiederholt, bis die Flasche völlig gefüllt war. Auf diese Weise wurde jedesmal eine Mischprobe erzielt. Das ist wichtig, da im Teich u. U. eine ungleichmäßige Planktonverteilung auch in horizontaler Richtung herrschen kann (U t e r m ö h l 1935, R u t t n e r 1940). Wohl gilt in der Limnologie die Regel, daß die horizontale Planktonverteilung annähernd gleichmäßig ist, sofern es sich nicht um ein zu sehr gegliedertes Gewässer handelt (vgl. A p s t e i n 1896, H u i t f e l d - K a a s 1898, L a m p e r t 1899, F o r e l 1901, L o z é r o n 1902, R u t t n e r 1914, 1940, U t e r m ö h l 1925, T h i e n e m a n n 1925, Z i e g e l m e y e r 1940 u. a.). Jedoch ist diese gleichmäßige horizontale Verteilung des Planktons manchmal gestört, sei es durch Schwarmbildung der Zooplankter (H e u s c h e r 1917), mancher Phytoplankter (U t e r m ö h l 1925 beobachtete eine solche an *Volvox aureus*) oder durch Windeinwirkung und dadurch hervorgerufene Horizontalströmungen besonders in flachen Gewässern. W e l c h 1952 spricht hinsichtlich dieser Tatsache sogar von „lack of uniformity“ (S. 231 ff.).

Allgemein ist aber für das Phytoplankton eine weitgehend gleichmäßigere Horizontalverteilung anerkannt als für das Zooplankton, auf welches es in dieser Arbeit nicht in erster Linie ankam. Somit dürften die Ergebnisse, die auf gleichmäßigen Entnahmen aus allen Schichten und von verschiedenen Stellen des Teichpelagials beruhen, ein getreues Bild der phytoplanktischen Vegetationsentfaltung geben. Die quantitativen Proben (im folgenden kurz als „Röhrenentnahmen“ bezeichnet) wurden vom Boot aus an drei ungefähr fixierten Stellen des Pelagials gewonnen (vgl. Kartenskizze). Im Winter erfolgte die Entnahme aus Eislöchern an zwei Stellen: am Abstich vor der Südmauer und in der Weihermitte; bzw. wenn die Eisdecke nicht tragfähig war, an einer kleinen Landungsbrücke am Südwestufer.

Außer diesen quantitativen Röhrenentnahmen wurden stets Netzfänge gemacht. Von April bis Juni 1952 waren die Netzfänge noch die alleinige Methode zur Gewinnung des Planktons. Die in dieser Zeit angestellten Beobachtungen dienten auch mehr als orientierende Voruntersuchung. Um auch damals schon etwas über die Schwankungen der Volksdichten in Erfahrung zu bringen, wurden die Netzfänge (Schleppfang mittels Boot über jeweils die gleiche Strecke) unter Benützung einer Zählplatte ausgezählt. Jedoch sind die erzielten Resultate nur bedingt richtig. Während des Fanges ändert sich nämlich der Filtrationskoeffizient des

Planktonnetzes durch Verstopfung mit Plankton oder Detritus ständig (vgl. R u t t n e r 1914, H e u s c h e r 1917, U t e r m ö h l 1925, W u n d e r 1935 b u. a.). Darüber hinaus ist die Netzverstopfung natürlich vom jeweiligen Seston Gehalt des Wassers an den verschiedenen Untersuchungstagen abhängig; ist er groß, so erfolgt sie rascher, ist er dagegen klein, so erfolgt sie langsamer. Die an verschiedenen Untersuchungstagen erhaltenen Resultate sind daher auch nicht immer gleichwertig. Aus diesen Gründen darf eine quantitative Methode überhaupt nie auf Netzfängen basieren. Das Planktonnetz kann nur zu qualitativen Phytoplanktonstudien dienen.

2. Physikalisch-chemische Untersuchung

Da das Hauptgewicht der Untersuchungen auf die oft recht zeitraubende biologische Analyse gelegt wurde, kamen nur Bestimmungen einiger wichtiger physikalischer und chemischer Milieufaktoren in Betracht.

a) Temperaturmessung

Die Temperatur des Teichwassers wurde stets anlässlich der Probenentnahme mit einem geeichten chemischen Thermometer (1⁰ Teilung) gemessen. Es wurden jeweils notiert: Lufttemperatur über der Wasserfläche, Temperatur des Oberflächenwassers im Pelagial, Temperatur des Wassers in ca. 2 m Tiefe mit Hilfe einer Meyerschen Schöpfflasche (vgl. bei S t e i n e r, G. 1919 u. a.). Aus den beiden letzten Werten wurde der Durchschnitt errechnet und als „Mittlere Temperatur des Pelagials“ in die Figuren eingetragen (vgl. Abschnitt Ergebnisse). Leider stand kein Thermograph zur Verfügung, mit dessen Hilfe es möglich gewesen wäre, die tatsächliche tägliche Mitteltemperatur des Wassers festzustellen. Um das Ausmaß der maximalen täglichen Temperaturschwankungen im Weiher bes. an heißen Tagen ungefähr abschätzen zu können, wurde bei klarem Wetter im August 1952 eine Meßserie aufgenommen. Sie erstreckte sich in 3–4stündigem Abstand über Tag und Nacht. Diese Messungen wurden in verschiedener Tiefe und an verschiedenen Stellen mittels eines in 1/10⁰ geteilten Thermometers durchgeführt (vgl. S. 79).

b) Sichttiefebestimmung

Die Sichttiefe (Durchsichtigkeit oder Transparenz) des Wassers wurde durch Einsenken des Planktonnetzes bis zum Ver-

schwinden und Wiederhochziehen bis zum Sichtbarwerden des oberen weißen Randes im Bootsschatten bestimmt. Der erzielte Wert liegt wohl etwas niedriger als der mit einer Original Secchi-Scheibe erhältliche (vgl. bei Ruttner 1940 S. 11 u. a.).

c) Messung der Wasserstoffionenkonzentration

Obwohl die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration (P_H -Wert) für die Hydrobiologie früher vielfach überschätzt wurde (vgl. was Breßlau hierzu äußert, 1926 S. 80 ff.), lassen sich aus ihr doch einige wichtige Schlüsse auf die im Wasser gelösten Stoffe ziehen. Vor allem wenn man die Verhältnisse in verschiedenen Gewässern einer vergleichenden Betrachtung unterwirft (Wehrle 1927, Gistl 1931), wird die Kenntnis des P_H -Wertes wichtig als Verbreitungsfaktor für stenoioone Arten. Meist kam die elektrometrische P_H -Messung mit Chinhydronelektrode zur Anwendung (Hoss 1932), welche im Institut unter Benützung eines Präzisionsionometers der Firma Lautenschläger/München durchgeführt wurde. Die Wasserproben wurden stets in alten, also ausgelaugten, völlig gefüllten und gut verschlossenen Gläsern herangebracht. Um die sommerlichen P_H -Schwankungen während eines Tages zu erfassen, wurde anlässlich der Aufnahme der Temperaturmeßserie vom 5.—7. August 1952 auch der P_H -Wert bestimmt. Hierbei wurde ein kolorimetrisches Verfahren benützt: Indikatoren Bromthymolblau und Kresolrot (vgl. Breßlau 1926). Ausmessen der erhaltenen Färbungen erfolgte im Hellige-Kompaktor (Firma Hellige/Freiburg, Br.).

d) Bestimmung der Härte

An vielen Beobachtungstagen wurde die Karbonathärte des Wassers in bekannter Weise bestimmt: eine Probe von 100 ccm wird mit n/10 HCl titriert, bis das als Indikator verwendete Methylorange von Gelb in Bräunlichgelb umschlägt (vgl. Kluth 1938 rsp. 1945). Die Anzahl der verbrauchten ccm HCl stellt das sog. Säurebindungsvermögen (S. B. V.) oder die Alkalinität (nicht Alkalität wie Kluth falsch angibt) dar (Ruttner 1940 S. 49). Aus der Alkalinität und dem P_H -Wert lassen sich Schlüsse auf den Gehalt an freiem Kohlendioxyd im Wasser ziehen. Multipliziert man den Wert für die Alkalinität mit dem Faktor 2,8; so erhält man die Karbonathärte in deutschen Härtegraden (D. H.). 1 D. H. entspricht einem Gehalt von 10 mg CaO/l.

e) Andere chemische Faktoren

Von den in erster Linie für die hydrische Vegetation noch in Betracht kommenden chemischen Milieubedingungen konnte der Einfluß der Stickstoff-, Phosphor- und Eisenverbindungen in den verschiedenen Jahreszeiten durch die biologische Planktonanalyse festgelegt werden (Naumann 1932, Uspenski 1927, Utermöhl 1935). Über den Gehalt an organischen Stoffen gibt die Bestimmung der Eigenfarbe des Wassers nach der Forel-Ule-Skala (vgl. bei Steiner, G. 1919, Naumann 1923) einigen Aufschluß (Utermöhl 1925). Eine derartige Bestimmung wurde öfters durchgeführt. Betreffs der Sauerstoffverhältnisse darf man wohl annehmen, daß sie in dem windexponierten, seichten Dechsendorfer Weiher keine begrenzende Rolle spielen. Ein Meta- und Hypolimnion, wo die O₂-Konzentration je nach dem Trophiegrad des Wassers mehr oder weniger stark abnimmt (Thienemann 1922, 1925; Yoshimura 1935 u. a.), ist ja in Teichen nie vorhanden. Sauerstoffmangel kommt daher nur in poly- bis saprotrophen oder dystrophen Kleingewässern vor (Weimann 1942), während sonst stets ein ausreichender Sauerstoffgehalt in Teichen vorhanden ist.

IV. Ergebnisse

A. Jahreszeitliche Schwankungen der Planktonquantität

In den folgenden Abschnitten seien die Ergebnisse der Untersuchungen in chronologischer Reihenfolge kurz dargestellt. Die Witterungsverhältnisse werden jeweils in einem vorangestellten Abschnitt besprochen. Dies mag überflüssig erscheinen; es ist jedoch zu bedenken, daß gerade die Angaben über die meteorologischen Gegebenheiten bei einer späteren, erneuten Untersuchung als Vergleichsgrundlage Bedeutung gewinnen können. Außerdem sollte festgestellt werden, wie sich die herrschende Witterung auf die pelagische Vegetation auswirkt. Daß sie unter Umständen für den Aspektwechsel bedeutungsvoll wird, liegt auf der Hand und konnte auf Grund der Ergebnisse im Sommer 1952 und 1953 auch eindeutig nachgewiesen werden.

1. Frühjahr 1952 (April—Juni)

Zahl der Beobachtungstage: April 11, Mai 12, Juni 11.

a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials

Bei der Darstellung der Witterungsverhältnisse wurden zugrunde gelegt:

1. Witterungsberichte, hsg. vom Deutschen Wetterdienst in der US-Zone, 6. Jahrgang 1952, Nr. 4—12.
2. Monatliche Witterungsberichte des Deutschen Wetterdienstes, 1. Jahrgang 1953, Nr. 1—7.

Die Witterung des Monats April 1952 war bereits durchaus sommerlich. Während ganz zu Beginn des Monats einzelne winterliche Tage mit nassem Schneefall aufeinander folgten, herrschte bald darauf schönsten Wetter mit einzelnen Sommertagen, welches nur vom 21.—28. 4. durch eine Regenperiode unterbrochen wurde. Die Mitteltemperatur des Teichpelagials stieg diesem Wetterablauf entsprechend zunächst sehr rasch an (5° C am 4. 4.; 16° am 14. 4., vgl. Fig. 1, S. 139), fiel jedoch vom 21.—28. 4. wieder auf $12,5^{\circ}$ ab; gemessene Maximaltemperatur im Wasser: 17° . Der gesamte Monat war zu naß, hatte aber doch reichliche Sonneneinstrahlung. Die Abweichungen der Monatswerte von den langjährigen Mittelwerten (1881—1940) sind aus Tabelle 1 (S. 138) ersichtlich.

Im Mai dauerte das milde, sonnige Wetter weiter an, daher stieg auch die mittlere Wassertemperatur bis auf 19° und hielt sich einige Zeit auf dieser Höhe. Gegen 18. 5. begann kühleres, jedoch ebenfalls niederschlagsarmes Wetter, demzufolge die mittlere Pelagialtemperatur wieder auf 14° absank. Am Monatsende erfolgte erneut stärkere Erwärmung. Der Monat Mai war viel zu trocken und wies, wie schon der April, reichlich Sonnenschein auf.

Die Witterung des Monats Juni war durch große Schwankungen der Lufttemperatur charakterisiert. Im allgemeinen herrschte zwar schönes, sommerliches Wetter, jedoch trat zwischen 19. und 25. 6. eine stärkere Abkühlung ein. Die mittlere Temperatur des Teichpelagials betrug für den gesamten Monat etwa 20° . Gemessene Minimaltemperatur: 17° (26. 6.), Maximaltemperatur $24,5^{\circ}$ (30. 6.). Der sommerliche Badebetrieb im Weiher, der gegen Mitte Mai begonnen hatte, nahm im Juni stark zu. Der Monat zeigte eine etwa ausgeglichene Temperatur- und Niederschlagsbilanz im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten.

b) P_H -Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren

Die während des Frühjahres im Pelagial gemessenen P_H -Werte lagen zwischen 6,6 und 7,4, also um den Neutralpunkt. Allgemein konnte festgestellt werden, daß die H^+ -Ionenkonzentration nach längerem Regen zunahm, in Schönwetterperioden dagegen leicht sank. Dies ist wohl auf die Assimilationsintensität

der submersen Vegetation zurückzuführen, die bei stärkerer Belichtung ansteigt, wodurch auch der P_H -Wert des Wassers höhere numerische Werte annimmt (R u t t n e r 1921; 1940 S. 54; S u c h l a n d 1922).

Die Sichttiefe betrug im April und der ersten Maihälfte meist gegen 2 m; Mitte Mai sank sie infolge eines Vegetationsmaximums von *Dinobryon divergens* und des erhöhten Sestongehaltes des Wassers (vor allem vom Grund durch die Badegäste aufgewirbelter Detritus) auf 1,50 m ab. Im Juni lag die mittlere Sichttiefe bei ca. 1 m.

Eine Bestimmung der Alkalinität, die erstmals am 26. 6. 52 durchgeführt wurde, ergab einen Wert von 0,9 ccm (n/10 HCl pro 100 ccm Wasser, cf. S. 72). Das entspricht einer Karbonathärte des Teichwassers von 0,9 mal 2,8 = 2,52 D. H. Wie nach den geologischen Verhältnissen zu erwarten ist, handelt es sich also um ein ziemlich kalkarmes Gewässer. Da 1 D. H. einen Gehalt von 10 mg CaO/l repräsentiert, wäre das Wasser des Dechsen-dorfer Weihers zu diesem Zeitpunkt bezüglich seines Ca-Haushaltes mit 25,2 mg CaO/l in den Mesotypus (hart an der Grenze des Oligotypus) des N a u m a n n schen Ca-Spektrums einzuordnen (N a u m a n n 1932 S. 12).

Die Eigenfarbe des Wassers bewegte sich etwa von Nr. 8 bis Nr. 10 der Forel-Ule-Skala (grünlich-gelb). Es muß bemerkt werden, daß die Bestimmung der tatsächlichen Eigenfarbe auf Schwierigkeiten stößt, weil das Gewässer sehr seicht ist und somit störende Farbverschiebungen durch den Untergrund nicht völlig ausgeschlossen werden können. Der ungefähr ermittelte Wert zeigt nach der Einteilung von U t e r m ö h l²⁾ den oligohumosen Typus des Weihers zu dieser Jahreszeit an.

c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht

Die Planktonuntersuchung im Frühjahr 1952 diente, wie erwähnt, nur dazu, einen ersten Überblick zu gewinnen. Es wurden während dieser Zeit ausschließlich Netzfänge getätigt. Um wenigstens relative Angaben über die Populationsstärke-Schwankungen der einzelnen Algengruppen machen zu können, wurden die Netzproben durchgezählt (vgl. S. 70). Wie mangelhaft jedoch die alleinige Anwendung des Planktonnetzes ist, ergibt sich nicht nur

2) Nach den Ausführungen U t e r m ö h l's 1925 (S. 357) entspricht dem oligohumosen Typus Farbe I—X der Forel-Ule-Skala
mesohumosen Typus Farbe X—XXI der Forel-Ule-Skala
polyhumosen Typus Farbe über XXI der Forel-Ule-Skala.

aus den quantitativen Resultaten, sondern auch aus den qualitativen. Eine Übersicht möge dies beweisen: im Phytoplankton wurde folgende Zahl verschiedener Arten festgestellt:

	April	Mai	Juni
1952	42	50	74
1953	70	97	108.

Man ersieht, daß bei Anwendung einer quantitativen Probenentnahme, wie sie 1953 durchgeführt wurde (vgl. S. 69), eine bei weitem reichere Qualität des Phytoplanktons resultiert. Dies erklärt sich eben aus der bekannten Tatsache, daß kleinere Formen durch die immerhin $60 \times 60 \mu$ großen Netzmaschen hindurchschlüpfen. Am meisten betroffen wird durch diese Netzverluste die Gruppe der *Protococcales*; beobachtete Arten:

	April	Mai	Juni
1952	9	20	28
1953	23	38	45.

Die nur qualitativen Fangverluste der Gruppe betrugen also im April 1952 über 100 %.

Diese Ausführungen sollen dazu dienen, die Ergebnisse der Untersuchung im Frühjahr 1952 richtig zu verstehen, d. h. in ihrer Bedeutung nicht zu überschätzen, da sie keinerlei Auskünfte über das Nannoplankton geben.

Im April und Mai herrschten im Netzplankton *Chrysomonaden* vor (vgl. Fig. 2, S. 140): zunächst *Synura uvella*, die am 7. 4. ein kleines Maximum erreicht hatte, dann jedoch ständig zurückging (infolge des Überschreitens ihrer optimalen Temperatur), so daß sie bereits am 10. 4. von *Dinobryon divergens* übertroffen wurde. Diese Form erreichte ihre Hauptentwicklung erst Mitte Mai, jedoch können an Hand des Kurvenverlaufes mehrere Sekundärgipfel festgestellt werden (10. 4., 8. 5., 17.—19. 5.). — Gleiches wurde übrigens auch im Frühjahr 1953 beobachtet, wie noch gezeigt werden wird. — Neben *Dinobryon divergens* wurden im April noch *D. cylindricum*, im Mai und Juni *D. bavaricum* (*Synonym D. stipitatum*) gefunden. Gegen Mitte April trieben auf der ganzen Teichfläche reichlich verstreute Watten von *Spirogyra*-Arten.

Sehr bemerkenswert war ein massenhaftes Auftreten von *Uroglena americana* resp. *U. volvox* vom 14.—22. 4. Die beiden Arten lassen sich oft recht schwer voneinander unterscheiden, da die für *U. volvox* charakteristischen Gallertstiele an den Zellen nur nach besonderer Vorbehandlung zu erkennen sind. Außerdem zerfallen die Kolonien beider Formen sehr leicht, so daß sich

auch eine exakte Zählung schwierig gestaltet. Späterhin traten diese Chrysomonaden nur vereinzelt auf und fehlten im Frühjahr 1953 vollkommen. Sie scheinen also keine regelmäßige Jahresperiodizität zu besitzen; im einzelnen müßte diese Frage durch Untersuchung, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, nachgeprüft werden. Nach dem Rückgang des Vegetationsmaximums besagter Formen, das bei einer Pelagialtemperatur von ungefähr 15°C statthatte, trat ab 22. 4. im Netzplankton die Peridinee *Ceratium hirundinella* in Erscheinung. Dieser verhältnismäßig große Mikroplankter kam aber erst bei einer Wassertemperatur von $19\text{--}20^{\circ}$ (9.—11. 6.) zu einer stärkeren Entfaltung, wie er ja überhaupt als Sommerform bekannt ist. Nur Geßner beobachtete einmal auch während des Winters *C. hirundinella* in vegetativem Zustand (Geßner 1953). Eine wesentliche Rolle spielt *Ceratium* im Plankton des Dechsendorfer Weihers jedoch nicht, vielleicht infolge der zu starken Verschmutzung durch den Badebetrieb. Auch in dem einzigen, bisher planktologisch noch untersuchten mittelfränkischen Gewässer, dem Dutzendteich, sind anscheinend die Wachstumsbedingungen für *Ceratium* ungünstig. Lampert 1907 fand es dort nur selten, ich selbst anlässlich einiger Beobachtungen im Sommer 1952 und 1953 überhaupt nicht. Spätestens Anfang Oktober verschwindet die Form wieder völlig aus dem Plankton.

Nicht stark ins Gewicht fielen die wenigen im Netz erbeuteten Protococcalen (vor allem *Pediastrum*-Arten).

Der Mai brachte mit der zuvor erwähnten Schönwetterperiode eine Massenvegetation von *Dinobryon divergens*. Beim Vergleich der Temperaturkurve mit der Kurve für *Dinobryon div.* fällt auf, daß der Rückgang des *Dinobryon*-Maximums mit dem Einsetzen der kälteren Witterung etwa am 18. 5. zusammenfällt. Trotzdem nun *D. div.* Ende Mai fast völlig verschwand, änderte sich der Planktonaspekt noch nicht sofort³⁾. Erst etwa am 15. 6. begann sich eine in der Folgezeit tiefgreifende Umwandlung zu vollziehen. Sie betraf nicht so sehr ein gegen 20. 6. gefundenes Maximum von *Synedra acus* var. *angustissima*, als vielmehr den langsamen, aber stetigen Anstieg der Kurve der Protococcalen. Er wird, wie auch im Mai 1953 festgestellt werden konnte, durch Steigerung der pelagischen Temperatur über 20°C ausgelöst. Damit kam nach und nach der Sommeraspekt des Phytoplank-

3) Ab 2. 6. kam *D. divergens* wieder vereinzelt vor. Sehr häufig trat im Sommer dagegen *D. bavaricum* in einzelnen scharfen Maxima auf (7. und 20. 6., 31. 7. vgl. S. 86; 4. 9. vgl. S. 87).

tons im Teichpelagial zur Ausbildung. An der sommerlichen Protococcalenvegetation beteiligen sich im Dechsendorfer Weiher vor allem die Gattungen *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Tetraedron* und *Crucigenia* mit verschiedenen Arten (vgl. Verzeichnis der gefundenen Algenarten).

Bezüglich des Zooplanktons, das sich mit im Netzplankton befand, können hier nur wenige Angaben gemacht werden. Die genaue Erfassung auch sämtlicher Rotatorien und Crustaceen hätte den Rahmen der Arbeit weit überschritten. Während des ganzen Frühjahres waren Rotatorien immer in stattlicher Anzahl vorhanden, im Juni nahmen sie noch weiter zu. Die Crustaceen zeigten gegen Ende April einen beträchtlichen Anstieg, verursacht vor allem durch Cladoceren (*Daphnia pulex* und *D. longispina*), jedoch fiel ihre Frequenz kurz darauf wieder stark ab. Die beobachteten Arten von Zooplanktern sind in einem Anhang zu dem Verzeichnis der gefundenen Algenarten zusammengestellt.

2. Sommer 1952 (Juli—September)

Zahl der Beobachtungstage: Juli 12, August 9, September 9, Anfang Oktober 2.

a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials

Der Juli des Jahres 1952 brachte in der ersten Dekade eine völlig abnorme Hitzeperiode. Die Temperaturen stiegen fast bis 40° an (maximal in Erlangen gemessene Lufttemperatur 39,8° C). Daher nahm auch die mittlere Temperatur des Teichpelagials von ca. 20° Ende Juni auf 27° (4. 7.) zu (vgl. Fig. 3). Bei dieser Temperatur ist das Gedeihoptimum vieler Algen, auch sogar der relativ polythermen Protococcalen, fast schon überschritten (vgl. z. B.: Temperaturoptimum von *Chlorella pyrenoidosa* 21—27° C nach Aach 1952). Wie hier gleich erwähnt sei, war daher die Zahl der Protococcalen sowie auch aller anderen Gruppen niedriger als im Juli 1953. Die Niederschläge waren im Juli 1952 sehr gering, der Monat brachte im Gebiet nur 13 % der langjährigen mittleren Regenmenge (vgl. Tab. 1). In den ersten 11 Tagen fiel überhaupt kein Tropfen Niederschlag, erst am 12. und 13. 7. wurden in Erlangen-Stadt kleinere Regenmengen von je 0,2 mm registriert. Während der Monatsmitte hielt trübes Wetter einige Zeit an. Die Temperaturen des Teichpelagials zeigten wieder normalere Werte (etwa um 21° gegen 25. 7.). Die Sonneneinstrahlung lag im

Durchschnitt mit 57 % der astronomisch möglichen im Juli sehr hoch (Tab. 1).

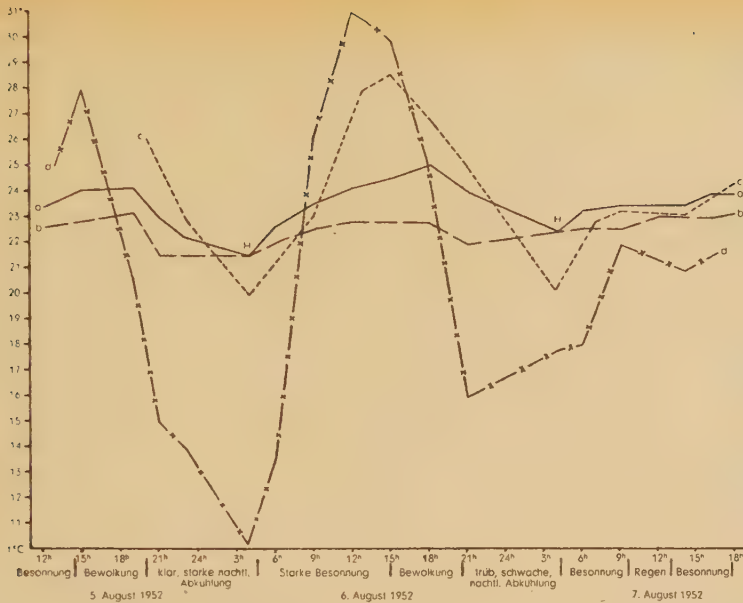
Auch der August war wieder zu warm und zu trocken. Jedoch gingen in kleineren Abständen Gewitterschauer nieder. Diese geringen Niederschläge wirken sich bei eutrophen Verhältnissen, wie sie um diese Jahreszeit im Weiher herrschen, produktionssteigernd aus (vgl. N a u m a n n 1926 a). Wie wir sehen werden, war die vorhandene Zellkonzentration im August auch fast um 100 % größer als im Juli. Wesentlich mitbedingt ist diese Tatsache wohl durch die mehr optimale mittlere Pelagialtemperatur von 20—22° C.

Der September brachte ganz im Gegensatz zu seinen Vorgängern kühles, regnerisches Wetter. Die Regenmenge betrug 170 % der normalen, die Sonnenscheindauer lag im Gebiet nur bei 27 % der astronomisch möglichen. Die mittlere Temperatur des Teichpelagials sank bereits am 4. 9. unter 18° und fiel bis zum Monatsende auf ungefähr 11° (Fig. 3). Dementsprechend nahm die Zahl der Protococcaleneinheiten pro Liter nach dem 8. 9. ständig ab (vgl. Fig. 4). Die üblichen zwei Schönwetterperioden (Nachsommer und Altweibersommer) blieben aus. Auch Anfang Oktober setzte sich das unfreundliche Wetter fort.

Es muß hier noch einmal kurz auf den im vorhergehenden verwendeten Begriff „Mittlere Temperatur des Teichpelagials“ eingegangen werden. Wie im Abschnitt „Temperaturmessung“ (S. 71) erwähnt, stellt er das arithmetische Mittel aus der Temperatur an der Oberfläche und der am Grund dar. Die Messung beider Werte erfolgte stets anlässlich der Probeentnahme, meist in den frühen Nachmittagsstunden. Wie leicht einzusehen, liegt damit die „Mittlere Pelagialtemperatur“ an sonnigen Tagen über dem tatsächlichen 24stündigen Mittelwert, weil in den Nachtstunden eine mehr oder weniger starke Abkühlung erfolgt, die nicht miterfaßt wird. Es erhebt sich nun die Frage, um wieviel Grad die angegebene Temperatur über der tatsächlichen 24stündigen Mitteltemperatur liegt.

Um dies zu beantworten, wurde vom 5.—7. 8. 1952 eine Meßserie aufgenommen (wie sie sich z. B. auch bei S e d l m a y e r 1931 findet). Die Resultate sind in Fig. 5 dargestellt.

Die Wassertemperatur der Teiche folgt in ihrem Verlauf in kurzen Abständen den Schwankungen der Lufttemperatur. Das zeitliche Zurückbleiben erklärt sich aus der höheren spezifischen Wärme des Wassers und ist eine in der Teichforschung wohl be-



Figur 5: Täglicher Temperaturgang des Wassers und der Luft im Sommer

- a = Temperatur des Pelagials / Oberfläche
- b = Temperatur des Pelagials / Grund
- c = Temperatur des Litorals (Tiefe 50 cm)
- d = Lufttemperatur am Strand
- H = pelagische Homothermie.

kannte Tatsache (Wundsch 1921, Ziegelmeyer 1940). Die Temperatur des Teichwassers wird bestimmt durch:

1. Maximale Lufttemperatur am Vortage,
2. Ausstrahlung in der vergangenen Nacht,
3. Sonnenscheindauer am betr. Tage.

Den Einfluß sämtlicher drei Faktoren erkennen wir an Hand der Fig. 5 sehr gut: am 6. 8. betrug die maximale Temperatur der Oberfläche 25° (18 Uhr). Diese Temperatur resultierte aus der maximalen Lufttemperatur am 5. 8. (28°), der ausgiebigen Sonneneinstrahlung am 6. 8. (9 Stunden, vgl. Fig. 3) und wäre wahrscheinlich noch höher gewesen, wenn die Ausstrahlung in der Nacht vom 5. zum 6. 8. nicht infolge völlig klaren Wetters sehr groß gewesen wäre.

Verfolgen wir den weiteren Temperaturverlauf des Teichwassers am 7. 8., so liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt: die

Ausstrahlung in der Nacht war infolge bedeckten Himmels geringer; die Sonneneinstrahlung an diesem Tag ebenfalls weit kleiner (4,5 Stunden). Trotzdem war die Oberflächenwassertemperatur mit $23,9^{\circ}$ (um 16 und 18 Uhr) noch relativ hoch, da der Vortag sehr heiß gewesen war (31° um 12 Uhr).

Aus dem Verlauf der Kurven in Fig. 5 ergibt sich weiter: den sehr starken täglichen Amplituden der Lufttemperatur von 21° (10° am 6. 8. um 4 Uhr, 31° um 12 Uhr) entsprechen weit geringere des Wassers im Litoral/Tiefe 50 cm: Schwankung dort $8,6^{\circ}$ (20° um 4 Uhr, $28,6^{\circ}$ um 15 Uhr). Noch weniger groß ist die Schwankung im Teichpelagial/Oberfläche mit $3,5^{\circ}$ ($21,5^{\circ}$ um 3 Uhr, 25° um 18 Uhr). Die ausgeglichene Temperaturbilanz weist das Wasser über dem Teichboden auf: Temperaturdifferenz $1,7^{\circ}$ ($23,2^{\circ}$ am 5. 8. um 19 Uhr; $21,5^{\circ}$ am 6. 8. um 4 Uhr).

Daraus folgt, daß an einem klaren, heißen Sommertag die Schwankung der pelagischen Temperatur = Differenz zwischen minimaler Nachttemperatur und maximaler Tagestemperatur im Dechsendorfer Weiher gegen $2,6^{\circ}$ C (arithmetisches Mittel aus 3,5 und 1,7) beträgt. Das ist ein sehr geringer Betrag, wenn man den täglichen Temperaturgang in noch seichteren Gewässern vergleicht. Nach H ö h n e 1954 ist die Tagesamplitude der Wassertemperatur der vierten Wurzel aus der Tiefe ungefähr umgekehrt proportional; in künstlichen 30—35 cm tiefen Tümpeln fand er an vorwiegend heiteren Tagen eine mittlere Amplitude von rund 12° C. Welch gibt von Kleingewässern eine maximale Amplitude von 17° C an (Welch 1952, S. 367). An trüben Tagen ist die Schwankung der Pelagialtemperatur im Dechsendorfer Weiher außerordentlich klein (z. B. am 7. 8. etwa $1\text{—}1,5^{\circ}$ C).

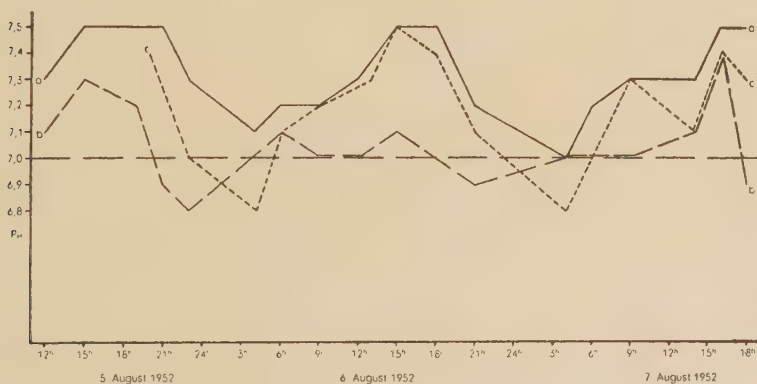
Die pelagische Wassertemperatur entspricht an Sonnentagen etwa um 9 Uhr vorm. und um 22 Uhr abends der 24stündigen Mitteltemperatur. Bei der geringen beobachteten Amplitude von $2,6^{\circ}$ weicht der im Normalfall aus Messungen zwischen 14 und 15 Uhr nachmittags errechnete Mittelwert sicher um nicht mehr als $+1^{\circ}$ C von der 24stündigen Mitteltemperatur ab.

In Beantwortung der oben gestellten Frage läßt sich also anführen: die in vorliegender Arbeit angegebene „Mittlere Temperatur des Teichpelagials“ liegt selbst an heißen Einstrahlungstagen nur sehr wenig über der tatsächlichen 24stündigen Mitteltemperatur des Pelagials. An trüben Tagen entsprechen sich beide ungefähr.

b) P_H -Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren

Im Zeitraum Juli bis Anfang Oktober 1952 lagen die P_H -Werte des Teichpelagials zwischen 6,82 und 7,46. Allgemein läßt sich sagen, daß die Wasserstoffionenkonzentration im Juli etwas größer war als in den folgenden Monaten. Anfang Juli zeigten sich von einem Beobachtungstag zum anderen große, relativ unregelmäßige P_H -Abweichungen. Mit Planktongehalt, Wetter oder anderen Faktoren sind sie schwer in Einklang zu bringen. Wahrscheinlich wurden sie durch den zu jener Zeit außerordentlich starken Badebetrieb verursacht, durch den beständig Detritus vom Grunde aufgewirbelt wurde. Infolge der im Grundschlamm stattfindenden bakteriellen Abbauprozesse und des dadurch freiwerdenden CO_2 herrscht am Teichboden bekanntlich etwas sauerere Reaktion als an der Oberfläche. Von dort hochgerissene Partikel können daher die aktuelle Reaktion des Wassers unter Umständen nicht unwesentlich beeinflussen, besonders wenn die vorhandene Pufferung (wie im Dechsendorfer Weiher mit nur 2,5 D. H.) gering ist.

Um die täglich stattfindenden P_H -Veränderungen im Pelagial festzustellen, wurden anlässlich der Aufnahme des täglichen Temperaturganges vom 5.—7. 8. (vgl. S. 79) auch Messungen der Wasserstoffionenkonzentration durchgeführt (siehe Fig. 6). Es ergab sich, wie zu erwarten war, daß die größten Schwankungen von 0,7 P_H sich im Litoral vollziehen. Dort ist bei Tage die Assi-



milationsintensität ziemlich groß (CO_2 -Verbrauch ergibt ansteigendes P_H), während in der Nacht infolge der geringen Tiefe eine sehr rasche Wiederergänzung des verbrauchten CO_2 aus der Luft erfolgen kann (= sinkendes P_H). Die Schwankung an der Oberfläche des Pelagials betrug $0,5 P_H$, während am Teichboden, wo die sauersten Werte gemessen wurden, eine solche von durchschnittlich $0,4 P_H$ resultierte. Die P_H -Veränderungen über dem Grunde des Teiches sind fast ausschließlich auf Vertikalzirkulation (Turbulenz des Wassers durch den Badebetrieb; nächtliche pelagische Homothermie — vgl. Fig. 5) zurückzuführen.

Im August lag der P_H -Wert zwischen 7,3 und 6,9. Im September erreichte er infolge des herbstlichen Planktonmaximums (vgl. Suchland 1922 u. a.) einen etwas höheren Wert: durchschnittlich 7,4. Anfang Oktober blieb er noch unverändert.

Die Sichttiefe erreicht im Sommer ihre niedrigsten Werte. Im Juli betrug sie durchschnittlich 60 cm (gegenüber 1 m im Juni), im August sank sie sogar auf rund 50 cm ab. Hierzu ist zu bemerken, daß diese niedrigen Beträge weniger durch einen hohen Planktongehalt als vielmehr durch die starke Triptonanreicherung im Wasser (Badebetrieb) verursacht sind. Ganz klar geht das daraus hervor, daß im September trotz seines hohen Planktongehaltes die Sichttiefe wieder größer war: rund 90 cm. In diesem Monat konnte nämlich wegen des erwähnten kühlen Wetters nicht mehr im Freien gebadet werden. Die Transparenzwerte für Oktober fallen völlig aus der Reihe: 30 cm am 7. 10.; 40 cm am 14. 10. Der Grund hierfür ist, daß der Weiher vom 5. 10. an zwecks Abfischung abgelassen wurde; das vom Litoral abströmende Wasser führt dann natürlich enorm viel Tripton mit sich, wodurch es eine starke Trübung erfährt.

Die Alkalinität betrug im Juli und August unverändert 0,9 bis 1,0 ccm HCl. Im September sank der Wert auf ungefähr 0,8 ccm (0,8 am 4. 9.; 0,75 am 8. 9.). Wie oben ausgeführt, war zu dieser Zeit der P_H -Wert leicht angestiegen, d. h. mit anderen Worten: Alkalinität und numerische Höhe des P_H -Wertes verhalten sich entgegengesetzt. Dies ist eine bekannte Tatsache (vgl. bei Ebeling 1931, Ruttner 1940, Kühl und Mann 1953), auf die wir in einem folgenden Abschnitt noch eingehender zu sprechen kommen werden (S. 92). Verursacht wurde dieses Absinken der Alkalinität und das Ansteigen des P_H -Wertes durch das herbstliche Proto-coccalenmaximum und die dadurch bedingte Erhöhung der Assimilation im Pelagial, die eine sog. „biogene Entkalkung“ im Gefolge hat (Ruttner 1921, 1940). Der Calciumgehalt des

Wassers fällt daher im September mit 2,04 D. H. (aus 0,8 mal 2,8) = 20,4 mg CaO/l in den Oligotypus *N a u m a n n s* (1925).

Der Chemismus des Teichwassers verschob sich im Juli und August 1952 in Richtung auf einen höheren Trophiegrad hin, wie aus der noch zu besprechenden Planktonvegetation hervorgeht. Dafür dürften in erster Linie zwei Umstände verantwortlich sein: einmal die erhöhte Temperatur im Teich, durch welche die Abbau- und Mineralisierungsvorgänge des autochthonen Detritus' gemäß der RGT-Regel v a n't H o f f's (= Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel, vgl. *N a u m a n n* 1931, S. 512) erheblich beschleunigt werden. Der sommerliche Stoffkreislauf in unseren Teichen läßt sich ja nach *R u t t n e r* 1931 etwa mit dem tropischer Seen vergleichen. In unserem Fall käme als Ausgangsmaterial für die Mineralisierungsvorgänge vor allem die starke sommerliche Produktion an litoralem Tripton in Frage. Zum zweiten könnte bei der Eutrophierung besonders des Stickstoffhaushaltes auch der Badebetrieb eine Rolle spielen. Es ist sehr schwer, diesen Faktor aus der Planktonproduktion allein sicher zu bestimmen, da das Baden nicht nur eine produktionsfördernde, sondern vor allem eine produktionshemmende Wirkung hat. Die hervorgerufene Turbulenz des Wassers ist nämlich zum Teil sehr erheblich (bes. in der Nähe eines im Sommer auf dem Abstich an der südlichen Ufermauer errichteten Sprungbretts). Dadurch erfolgt das schon mehrfach erwähnte Hochwirbeln der Bodensedimente, welches eine bedeutende Verschlechterung der photischen Verhältnisse im Wasser zur Folge hat (vgl. Sichttiefe im Juli und August). Außerdem werden sicherlich viele Plankter im Bereich der Uferzone (am ganzen O-Ufer, sowie in der SW-Ecke, wo sich eine Art Badestrand ausgebildet hat) durch mechanische Einflüsse geschädigt oder abgetötet. Wahrscheinlich macht sich deshalb die „Badeeutrophierung“ erst dann in vollem Umfang bemerkbar, wenn der eigentliche Hochbetrieb vorüber ist. Hierfür würden die im September erreichten Maxima der Planktongruppen sprechen. Zu dieser Zeit treten im Plankton auch *alpha mesosaprobe* Formen auf, was auf einen stärkeren Saprobitätsgrad des Wassers schließen läßt. Zu bemerken ist noch, daß sich seit Mitte August der Eisengehalt des Wassers erhöht zu haben schien, da gegen Ende des Monats ein recht erhebliches Maximum von *Trachelomonas volvocina* beobachtet wurde.

Die Wasserfarbe hatte im Sommer einen mehr gelblichen Ton angenommen; in den Monaten Juli—August betrug sie etwa Nr. 11 bis 14 der Forel-Ule-Skala. Das entspricht einem Humusgehalt

des Wassers, der in den Mesotypus des Utermöhl'schen Humusspektrums hineinfällt. Es zeigt sich also auch hier bei dem Übergang der Wasserfarbe des Weihers von mehr grünlichem Ton (= oligohumos) zu mehr gelblichem (= mesohumos) im Sommer die zuvor erwähnte steigende Eutrophierung.

c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht

Im Juli 1952 wurde mit der genauen quantitativen Erfassung des Planktons durch Röhrenentnahme und Sedimentationsmethode begonnen. Die Netzfänge dienten fortan nur noch zu ergänzender qualitativer Beobachtung.

Der bereits im Juni begonnene Anstieg der Protococcalen und damit die Ausbildung des Sommeraspektes setzte sich im Juli weiter fort. Auch in qualitativer Hinsicht war ein starkes Vorherrschen dieser Algengruppe festzustellen. Die enorme Höhe der teichpelagischen Temperatur hatte sich zu Beginn des Monats ungünstig auf die Planktonentfaltung ausgewirkt, erst nach Abklingen der Hitzeperiode gegen 15. 7. stiegen die einzelnen Populationskurven wieder an (Fig. 4). Die Darstellung der Kurven erfolgt von jetzt an nicht mehr in linearem Maßstab (wie bei Fig. 2), sondern in den allgemein üblichen sog. „Kugelkurven“ (nach Lohmann 1908).

Die Lohmann'schen Kugelkurven bieten, wie logarithmische Kurven, den Vorteil, kleinere Werte neben sehr großen bequem darstellen zu können. Es wird bei ihnen nicht der tatsächlich gezählte Wert im Diagramm aufgetragen, sondern dieser wird als Volumen einer Kugel gedacht, deren Radius aufgezeichnet wird.

Das Kugelvolumen berechnet sich gemäß $V = \frac{4}{3} r^3 \pi$; der Radius also $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$. Der Einfachheit halber wird bei der Berechnung

des Radius $\frac{3}{4\pi} = \frac{1}{4}$ gesetzt. Die Ordinatenwerte sind also errechnet

als dritte Wurzel aus dem Viertel der betr. Populationszahlen. Die Ausrechnung der dritten Wurzel erfolgte logarithmisch. Bei Betrachtung derartiger Kugelkurven ist zu bedenken, daß die Schwankungen der Populationen von einem Beobachtungstag zum anderen im unteren Teil des Diagramms (niedrige Werte der Zellzahl pro Liter = kleiner Wert für r) sich weit deutlicher zeigen als im oberen Teil (höherer Wert der Zellkonzentration

= nicht entsprechend höherer Wert für $r!$). Es handelt sich ja, wie bereits betont, bei den Ordinatenwerten nicht um einen linearen, sondern um einen nach oben rasch abnehmenden Maßstab.

Gegen Mitte Juli traten neben den Protococcalen auch Cyanophyceen (*Microcystis flos aquae*, *Anabaena* sp., *Chroococcus*- und *Merismopedia*-Arten), Euglenalen (*Trachelomonas volvocina* et al. spec., *Euglena*- und *Phacus*-Arten) und Peridineen (*Peridinium cinctum*, *P. tabulatum*) quantitativ stärker in Erscheinung. Am Ende des Monats erreichte *Dinobryon bavaricum* ein scharfes, nur eine Woche dauerndes Maximum. *Ceratium hirundinella* und verschiedene Desmidiaceen (*Staurastrum gracile*, *Closterium parvulum* u. a.) waren dagegen stets nur in geringer Menge vorhanden. Die Desmidiaceen sind quantitativ im Dechsendorfer Weiher immer nur so schwach vertreten, daß für sie wegen der großen Zählungenauigkeit keine quantitative Kurve entworfen wurde. Gleiches gilt auch für die Vertreter des Mesoplanktons: Rotatorien und Crustaceen. Zunächst war wohl geplant, auch diese Zooplankter quantitativ mitzuerfassen, um ihre Populationsfrequenz mit der des Phytoplanktons vergleichen zu können und so vielleicht das Produzenten-Konsumenten-Problem (vgl. Schädell 1917, Vetter 1937), sowie schließlich den ganzen damit zusammenhängenden Fragenkomplex der Ernährung des Zooplanktons untersuchen zu können (vgl. Pütter 1909, 1925; Kříženecký 1926; Varga 1934 u. a.). Es zeigte sich jedoch sehr bald, daß die angewendete Methode der Röhrentnahme von nur 1 Liter Wasser für das in verhältnismäßig kleiner Konzentration vorhandene Mesoplankton nicht genügte. Es hätte also nebenher noch die Entnahme und Verarbeitung größerer Wassermengen (vgl. bei Ziegelmeyer 1938, 1940) durchgeführt werden müssen. Dies mußte aber einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Die durchschnittliche Zell- resp. Koloniezahl betrug im Juli nur 102 400 pro Liter, die Zahl der beobachteten Arten 78.

Im August war der typische Sommeraspekt des Phytoplanktons im Dechsendorfer Weiher erreicht: nach Qualität und Quantität Vorherrschen der Protococcalen, gefolgt von Euglenalen, Cyanophyceen und Peridineen jeweils mit verschiedenen Gattungen und Arten; sowie relativ häufiges Vorkommen von pelagischen Diatomeen (*Synedra acus* v. v., *Asterionella formosa* u. a.) und Rotatorien. Die durchschnittliche Konzentration an gesamtem Phytoplankton lag im August mit 186 000 Einheiten pro Liter

stark über der des Juli. Insgesamt wurden 103 verschiedene planktische Arten festgestellt. Gegen Ende des Monats (23. 8. bis 8. 9.) zeigte sich ein rascher Anstieg von *Trachelomonas*-Arten (vor allem *Tr. volvocina*), gefolgt von einem ebenso plötzlichen Absinken. Wie bereits Ende Juli hatte *Dinobryon bavaricum* auch Ende August/Anfang Sept. wieder ein scharfes Maximum.

Der September brachte anfänglich ein weiteres Anwachsen der planktischen Vegetation. Anscheinend wirkte sich jetzt die sommerliche Eutrophierung des Wassers voll aus, nachdem der Badebetrieb abgeflaut war. Die gefundenen Werte lagen bei ungefähr 250 000 pro Liter. Des trüben Wetters wegen ging die Pelagialtemperatur jedoch zurück, was ein alsbaldiges Absinken der Protococcalen zur Folge hatte. Damit erfolgte der Abbau des Sommeraspektes. Gegen Mitte September traten in größerer Menge Cryptomonaden auf: *Cr. erosa* und *Cr. ovata*. Erstere Art ist sowohl nach dem Saprobiensystem von Kolckwitz und Marsson 1908, wie auch nach dem Liebmann's 1951 als *alpha-mesosaprob* anzusprechen. Auch Utermöhl 1925 fand sie nur in Teichen mit einem hohen Gehalt an leicht zersetzlicher organischer Substanz (Gewässer mit zahlreichen Enten und Gänsen).

Aus der Beobachtung der sommerlichen beta-meso-Saprobien im Sinne Liebmann's (*Microcystis fl. aqu.*, *Diatoma vulgare*, *Asterionella formosa*, *Closterium parvulum*, vielen Protococcalen etc.) und dem herbstlichen Auftreten von alpha-meso-Saprobien (*Cryptomonas erosa*) ergibt sich deutlich die im Spätsommer zunehmende Verschmutzung des Wassers aus den auf S. 84 erwähnten Gründen. Bemerkenswert ist noch das wieder etwas mehr hervortretende Erscheinen von *Synura uvella* Ende September und zwar von dem Zeitpunkt an, da die Temperatur unter 12° gefallen war. Vergleicht man hiermit das Aufhören der *S. uvella*-Vegetation im April 1952, das entsprechend bei einer Temperatursteigerung über 12° erfolgt war, so kommt man zu dem Schluß, daß das Temperaturoptimum dieser Form unter 12° liegt.

Der durchschnittliche Monatswert der pelagischen Zellkonzentration lag im September bei 236 000 Einheiten pro Liter. Damit ist die höchste quantitative Entfaltung des Planktons im Jahre 1952 erreicht. Die qualitative Zusammensetzung war dagegen im September etwas weniger mannigfaltig als im August: im ganzen wurden 92 Arten beobachtet.

Am 28. 9. begann das Ablassen des Weihers zwecks Ausfischung. Quantitative Bestimmungen des Planktons konnten da-

her nur noch bis 4. 10. und wieder ab 20. 10. durchgeführt werden. Der durchschnittliche Gehalt des Wassers an Phytoplankton betrug Anfang Oktober nur noch rund 200 000 Einheiten pro Liter. Im ganzen Monat kamen 75 verschiedene Arten zur Beobachtung.

3. Herbst und Winter 1952/53

(Ende Oktober 1952 bis Februar 1953)

Zahl der Beobachtungstage: Ende Oktober 4, November 8, Dezember 7, Januar 6, Februar 5.

a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials sowie Eisverhältnisse

Der Oktober 1952 begann, wie schon erwähnt, mit trübem, unfreundlichem Wetter, welches sich dann auch im ganzen Verlauf des Monats fortsetzte. Eine Schönwetterperiode fehlte vollkommen. Dementsprechend war die Witterung im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten zu kalt und brachte auch zu viele Niederschläge (vgl. Tab. 1). Die Pelagialtemperatur betrug sowohl vor dem Ablassen des Weiher wie auch nach der Wiederfüllung $8-10^{\circ}\text{C}$ (Fig. 7, I. Teil).

Im November 1952 herrschte kaltes, niederschlagsreiches Wetter wie im Vormonat. So kam es schon am 8. 11. zum ersten Schneefall. Die Pelagialtemperatur sank dadurch sehr rasch ab (von 8° am 31. 10. bis $2,5^{\circ}$ am 12. 11.) und bereits am 14. 11. fror der Weiher zu. Die Eisdecke verstärkte sich bis Ende November auf etwa 5 cm.

Im Dezember folgten in der ersten Dekade einige Eistage aufeinander, dann jedoch setzte wärmeres Wetter ein, das bis 28. 12. andauerte und täglich die Lufttemperatur über 0° ansteigen ließ. Die geschlossene Eisdecke auf dem Weiher taute daher stellenweise in der Nähe der Ufer auf und war nicht betretbar. Mitte Dezember gingen reichliche Schneefälle nieder, so daß das Eis mit einer ungefähr 7 cm dicken Schneedecke überzogen wurde. Zweifellos gestalteten sich dadurch die Lichtverhältnisse selbst für die meisten Winterplankter suboptimal (vgl. Sichttiefe im Abschnitt b).

Das neue Jahr begann mit mehreren Eistagen, an denen die Lufttemperatur nicht über den Gefrierpunkt anstieg. Überhaupt trug der Januar 1953 in unserem Gebiet ein durchaus winterliches Gepräge. Fast während des ganzen Monats lag eine geschlossene Schneedecke von 10 cm. Die Eisdecke auf dem Weiher verstärkte

sich bis auf etwa 25 cm Dicke. Auch im Januar waren daher unter dem Eis ausgesprochen oligophotische Verhältnisse anzutreffen. Die planktische Vegetation ging stark zurück.

Die winterliche Witterung hielt auch in der ersten Februarhälfte an. Ab 20. 2. trat dann wärmeres Wetter ein. Deshalb tauten die um den Dechsendorfer Weiher liegenden kleineren Weiher auf. Das Abtauen des Haupt Weihers selbst begann erst gegen 26. 2. Erstmals am 4. 3. brach die bis dahin geschlossene Eisbedeckung auf und am 6. 3. war fast die gesamte Teichfläche eisfrei.

Es ist wohl verständlich, daß das Abtauen flacherer Gewässer schneller vor sich geht als das tieferer Teiche oder Seen. Schmidler 1941 hat diese Gegebenheit sowie das früher oder spätere Einfrieren verschiedener Gewässer näher untersucht. Die Gefrierbereitschaft der Gewässer drückt er als Verhältnis Volumen zu Oberfläche aus. Diesen V/O - Quotienten nennt er Speicherfaktor. Ist er klein, so erfolgt frühes Einfrieren und rasches Auftauen; ist er groß, so verzögert sich beides entsprechend. Natürlich ist der Speicherfaktor von Seen infolge ihrer Tiefe viel größer als der von Teichen, so beträgt z. B. der V/O-Quotient für den Chiemsee 27,5; für den Starnberger See 54,29. Beim Dechsendorfer Weiher erhält man: $600\,000\text{ (m}^3\text{)} : 400\,000\text{ (m}^2\text{)} = 1,5$. Somit ist der Speicherfaktor unseres Weihers immer noch größer als 1, der der umliegenden Vorweiher jedoch wegen ihrer mittleren Tiefe von weniger als 1 m kleiner als 1, was eben das spätere Einfrieren und Auftauen des Haupt Weihers bedingt.

Unter dem Eis herrscht im Teich eine sog. „umgekehrte Schichtung“ (vgl. Ruttner 1940): das wärmere Wasser von 3—4° befindet sich unten (Anomalie des Wassers: größte Dichte bei 4°), nach oben hin fällt die Temperatur des Wassers bis 0° ab (direkt unter Eis). Diese inverse Schichtung haben unsere Teiche mit den tieferen Seen gemeinsam. Sie bleibt während der ganzen Zeit der Eisbedeckung erhalten.

Die geringen Schwankungen der Wassertemperatur über dem Grund während der Zeit der Eisbedeckung sind aus Fig. 7 (I. und II. Teil) ersichtlich.

b) P_H -Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren

Nach dem Abfischen im Oktober wird der Weiher mit dem Wasser gefüllt, welches aus dem heute ca. 34 ha großen Oberen Bischofsweiher stammt. Dieses Wasser kommt aus dem gleichen

Einzugsgebiet. Die chemische Beschaffenheit ist somit wohl annähernd dieselbe; allerdings ist der Trophiegrad vielleicht etwas größer, wie sich aus einem höheren jährlichen Fischertrag schließen läßt. Es gibt dort auch keine Störungen durch den Menschen, Baden und Bootfahren sind verboten.

Die gegen Ende Oktober gemessenen P_H -Werte lagen wie bisher um den Neutralpunkt (7,2); die Sichttiefe betrug 1,50 m und war damit bereits wieder doppelt so hoch wie im September. Eine Bestimmung der Alkalinität am 4. 11. 52 ergab 0,85 ccm HCl = 2,38 D. H.

Im November lag der P_H -Wert mit durchschnittlich 7,3 noch im Rahmen der bisherigen Werte. Die Sichttiefe stieg, sobald sich die Wasserfläche mit Eis bedeckt hatte und dadurch der Einwirkung des Windes entzogen war. Der gesamte Detritus setzt sich in dem völlig ruhigen Wasser rasch ab. Am 29. 11. wurde eine Transparenz von 2,20 m gemessen.

Nachdem Anfang Dezember eine dünne Schneedecke auf die Eisfläche gefallen war, konnte nur noch eine Sichttiefe von 1 m ermittelt werden; nicht etwa, weil das Wasser eine erneute Sestontrübung erfahren hätte, sondern wegen des Lichtmangels. Infolge noch stärkerer Schneefälle Mitte Dezember sank die Sichttiefe (in Eislöchern gemessen) auf 0,5 m.

Unter der Schnee- und Eisdecke herrschte im Dezember teilweise eine beachtliche Strömung. Dies zeigte sich besonders am Ausfluß an der SW-Ecke, wo beständig ein großer Wasserstrom (Temperatur durchschnittlich 3°) ablief. Der Grund hierfür ist in dem bereits erwähnten Auftauen der ufernahen Eisschichten zu suchen.

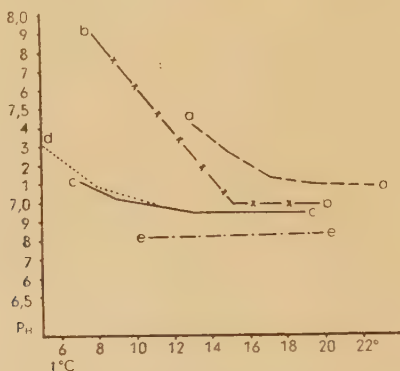
Im Januar 1953 war dann die Eisdecke wieder dicht geschlossen. Zu- und Abstrom von Wasser erfolgte nicht mehr. Bei der P_H -Messung mittels Chinhydronelektrode konnte jetzt stets eine eigenartige Beobachtung gemacht werden.

Das aus frisch geschlagenen Löchern direkt unter dem Eis entnommene Wasser zeigte eine mehr oder weniger starke Abnahme des numerischen P_H -Wertes während der Messung (Sauererwerden!). Diese eigenartige Tatsache hängt zweifelsohne mit dem Gehalt an gelöstem Kohlendioxyd zusammen. Ein Versagen des Ionometers resp. der Meßkette ist ausgeschlossen. Sofort durchgeführte Vergleichsmessungen an Pufferlösungen ergaben stets richtige Werte. Während des Winters 1953/54 wurden außerdem Kontrollmessungen mit Hilfe eines Apparates anderer Fabrikation („Pehavi“ der Firma Hartmann & Braun, Melsungen) durchge-

führt, bei denen das obige Phänomen ebenfalls auftrat. P_H -Messungen an entsprechenden Wasserproben mittels des kolorimetrischen Verfahrens (im Hellige-Komparator) ergaben dagegen stets sofort den elektrometrisch gefundenen Tiefstwert.

Über das Ausmaß des P_H -Abfalles während der Messung unterrichtet Fig. 9. Die Messungen fanden stets bei Raumtemperatur statt, so daß sich das Wasser im Meßgefäß erwärmte. Bei der Ermittlung des P_H -Wertes wurde selbstverständlich die Temperaturkorrekturabelle für Chinhydronelektrode berücksichtigt. Die in Fig. 9 eingetragenen Meßpunkte stellen also temperaturkorrigierte Werte bei der jeweils in der Probe herrschenden Temperatur dar.

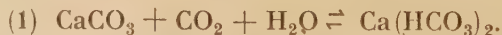
Im folgenden soll versucht werden, eine Erklärung für diese Erscheinung zu geben.



Figur 9: P_H -Abfall während der Messung im Winter

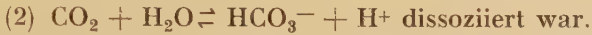
- | | |
|---|--|
| a = am 3. 12. 52 | } Sämtliche Wasserproben
aus eisnahen Schichten |
| b = am 10. 12. 52 | |
| c = am 14. 1. 54 | |
| d = am 27. 1. 54 | |
| e = Wasserprobe vom Grund 27. 1. 54. Kein Absinken, da CO_2 -gesättigt. | |

Vor dem endgültigen Zufrieren des Weiheres besitzt das pelagische Wasser eine Temperatur von $4^{\circ}C$ (oder etwas weniger bei windigem Wetter). Es ist mit CO_2 infolge ungestörten Austausches mit der Luft bis zu einem gewissen Grade gesättigt. Der Gehalt an gelöstem CO_2 hängt ab vom Kalkgehalt des Wassers gemäß dem Gleichgewicht:



Die Konzentration des Untersuchungswassers an Calciumbikarbonat ist uns als Karbonathärte bekannt. Sie betrug z. B. am 4. 11. 2,38 D. H. Zu dieser Härte gehört eine „Gleichgewichtskohlen-

säure“ von 0,35 mg CO₂/l und ein P_H-Wert von 8,5 (vgl. Tab. in Kluth/Olzewski 1945, S. 281). Da der P_H-Wert des Wassers aber nur 7,3 betrug, muß man annehmen, daß darüber hinaus noch weiteres CO₂ im Wasser gelöst war (sog. „aggressive Kohlensäure“), welches dann gemäß



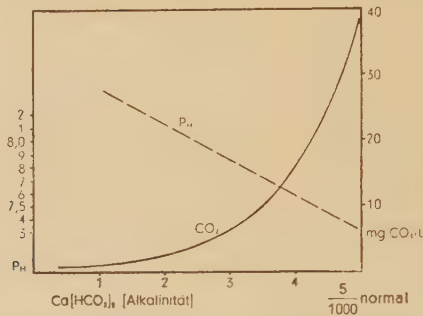
Beim Einfrieren wird nun durch die Eisdecke der Kontakt mit der atmosphärischen Luft unterbrochen und gleichzeitig die unter dem Eis liegende Wasserschicht gegen 0° hin abgekühlt (= Ausbildung der winterlichen inversen Schichtung). Durch diese Abkühlung wird aber die Lösungsfähigkeit des Wassers für CO₂ erheblich erhöht. Die Löslichkeit steigt von 2869 mg/l (bei 4°) auf 3343 mg/l (bei 0°), also um 474 mg/l (nach Landolt-Börnstein aus Kluth 1938). Die Folge davon ist, daß die „relative CO₂-Sättigung“ in den eisnahen Schichten abnimmt; das Gleichgewicht (1) wird durch CO₂-Entzug (physikalische Auflösungsmöglichkeit für CO₂ wird größer!) nach links verschoben. Diese Gleichgewichtsverschiebung bewirkt gleichzeitig einen Ausfall von CaCO₃, welches in die tieferen Wasserschichten absinkt und dort eventuell durch das beim Abbau der organischen Substanz im Sediment freiwerdende CO₂ wieder als Bikarbonat gelöst werden kann.

Mit anderen Worten heißt das: die Alkalinität in den eisnahen Schichten nimmt ab, in den tieferen Schichten zu.

Diese Tatsache, die allgemein bekannt ist (vgl. Rylov 1927, Einsele und Vetter 1938 u. a.), wird allerdings von Weimann 1935 a auf die Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons zurückgeführt. Der Planktongehalt ist aber m. E. im Winter besonders in unserem Fall viel zu gering, um tatsächlich eine derartige „biogene Entkalkung“ im Sinne Ruttner's zu bewirken (Phytoplanktongehalt Ende Nov. 100 000 Einh./l, im Dezember nur noch 50 000 Einh./l). Man darf vielmehr annehmen, daß die Erscheinung höherer Alkalinität über dem Grund im Winter, wie oben ausgeführt, rein physikalisch-chemisch, also „abiogen“ bedingt ist.

Verbunden mit der Abnahme der relativen CO₂-Sättigung resp. der Alkalinität in den eisnahen Schichten ist ein Ansteigen des P_H-Wertes (d. h. eine Erhöhung der Alkalität!), da P_H-Wert und Größe der Alkalinität sich entgegengesetzt verhalten (vgl. Ebeling 1931, Ruttner 1940 u. a., siehe Fig. 10). In un-

serem Fall zeigt das Wasser unter Eis eine aktuelle Reaktion von maximal gegen P_H 8.



Figur 10: Gleichgewichtskohlensäure und P_H in Lösungen von Ca-bikarbonat (nach Tillmanns und Schäperclaus aus Ruttner 1940, S. 50).

Der P_H -Wert hängt nach einer bekannten Formel von Mayer, O., und Nachtigall (1933, zit. nach Kluth) von Alkalinität und Gehalt an freier CO_2 in folgender Weise ab:

$$P_H = \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]} + 6,82.$$

Bringt man nun eine Probe des unter Eis entnommenen Wassers zur Messung, so wird durch Kontakt mit der Luft die Konzentration an freier CO_2 im Nenner erhöht, während die Alkalinität = Konzentration an HCO_3^- -Ionen im Zähler nicht gesteigert werden kann. Die unmittelbare Folge ist ein Absinken des P_H -Wertes.

Es sei noch bemerkt, daß die bei Zimmertemperatur sich vollziehende Temperaturerhöhung der zu messenden Probe die Konzentrationssteigerung von CO_2 direkt unterstützt, weil die Löslichkeit von CO_2 in Wasser bei steigender Temperatur abnimmt und somit die oben erwähnte „relative CO_2 -Sättigung“ ansteigt.

Abschließend läßt sich also feststellen:

Die Beobachtung eines inkonstanten P_H -Wertes bei Messung des Wassers eisnaher Schichten auf elektrometrischem Wege ist auf rein chemisch-physikalische Gründe zurückzuführen. Ebenso dürfte die bekannte Alkalinitätserniedrigung der unter dem Eis liegenden Wasserschichten nur abiotogen verursacht sein.

Erstmalig am 4. 3. 1953 war der gemessene P_H -Wert wieder annähernd konstant und betrug 7,1.

Der Trophiestandard des pelagischen Wassers nimmt im Winter während der Eisbedeckung ständig ab. Der im Herbst verhält-

nismäßig hoch liegende Gehalt an Stickstoff- und Phosphorverbindungen (Indikator hierfür herbstliches Planktonmaximum im September) wird durch das Phytoplankton allmählich verbraucht. Die Mineralisierungsvorgänge am Teichboden sind wegen der niedrigen Temperatur verlangsamt (RGT-Regel!), außerdem besteht nur geringe Möglichkeit für den Transport gelöster Stoffe vom Grund in die höheren Wasserschichten. Die winterliche inverse Schichtung schafft hier Verhältnisse, die den im Hypolimnion der Seen auch während der warmen Jahreszeit herrschenden in ihrer Auswirkung gleich sind: über einer nährstoffreichen (trophogenen) Schicht liegen andere Schichten, deren Nährstoffgehalt ständig geringer wird (tropholytische Schichten). Dies ist neben den besprochenen schlechten Lichtverhältnissen ein weiterer Grund für die winterliche Verarmung an Plankton.

Eine Bestimmung der Wasserfarbe konnte wegen der schlechten Lichteinstrahlung im Winter nicht durchgeführt werden.

c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht

Die Zusammensetzung des Planktons hatte sich nach der Wiederfüllung des abgefishchten Weihers im Oktober 1952 wesentlich geändert. Nicht mehr die Gruppe der Protococcalen beherrschte das Bild, sondern Cryptomonaden waren quantitativ vorherrschend (vgl. Fig. 8/I). Dieser Wechsel hatte sich bereits im September angebahnt, war aber anscheinend durch den Einfluß des vom Oberen Bischofsweiher einströmenden Wassers sehr beschleunigt worden. Von 31. 10.—8. 11. gewannen zwar nochmals die Protococcalen die Oberhand, jedoch nahmen sie nach dem beginnenden Zufrieren des Pelagials sehr rasch ab. Analoges gilt von den Euglenen, deren Kurve in ihrem Verlauf mit der der Protococcalen übereinstimmt. Auch die im Herbst noch etwas stärker vertretenen Cyanophyceen zeigten im November quantitativ und qualitativ stark rückläufige Tendenz.

Die Zellzahl der planktischen Diatomeen, insbesondere von *Asterionella formosa*, stieg im November beachtlich an. Dieses Anwachsen wurde durch die Eisbildung zunächst nur wenig beeinträchtigt, erst ab Ende November erfolgte wieder ein recht steiler Abfall der Diatomeenkurve. *Asterionella* fand sich, wie gezeigt, bereits im Sommerplankton (August 1952) in nicht geringer Menge. Das Maximum im November bei einer Wassertemperatur von nur 4° C beweist eindeutig, daß dieser Organismus eurytherm ist (vgl. U t e r m ö h l 1925, R u t t n e r 1940).

Am 26. 11. erreichten die Cryptomonaden einen letzten Höhepunkt. Auch sie gingen im Dezember zurück, obwohl sie sich dem

eintretenden Lichtmangel gegenüber resistenter erwiesen als die anderen Algen (wie Weimann 1934 feststellte, ist *Cr. ovata* eine echte Tiefenform; sie dürfte also keine allzu hohen Lichtansprüche stellen). *Cr. erosa* wurde auch von Geßner 1942, 1953 vorwiegend in der kalten Jahreszeit angetroffen. Weimann dagegen beobachtete sie in Teichen meist im Sommer (Weimann 1934). Vermutlich handelt es sich um zwei physiologisch verschiedene Rassen (Ökotypen nach Ruttner 1940, S. 99), wie so oft in Fällen, in denen die Angaben über die Ansprüche der einzelnen Formen stark auseinandergehen.

Ein deutlich ausgeprägter eigentlicher Herbstaspekt des Phytoplanktons ist im Dechsendorfer Weiher nicht erkennbar. Vielmehr wird der im September abgebaute Sommeraspekt (Protococcalen!) allmählich von einer schon im Sinne eines Winteraspekts zu wertenden Cryptomonadenvegetation abgelöst. Es ist jedoch möglich, daß die Diatomeen bei ungestörten Milieubedingungen bereits im Oktober ihr Maximum erreichen und somit zur Ausbildung eines typischen Herbstaspektes Veranlassung geben würden.

Die im November ermittelte durchschnittliche Zellkonzentration betrug 154 500 Einheiten/l. 73 verschiedene Arten gelangten zur Beobachtung.

Das Plankton des Monats Dezember erfuhr eine fortschreitende Verarmung (Gründe hierfür S. 88, 94). Vorherrschend waren nach wie vor Cryptomonaden. Ab 24. 12. zeigte die Kurve der Peridineen einen raschen Anstieg, der sich bis 3. 1. 53 fortsetzte. Bedingt wurde er durch die Entwicklung einer typischen Winterform: *Peridinium aciculiferum*. Maximal wurden 42 000 Zellen/l gezählt (Fig. 8/II).

Anfang Januar 1953 ließen auch die Cryptomonaden eine wieder etwas stärkere Entfaltung erkennen. Am 7. 1. waren 28 000 Individuen/l feststellbar. Im gesamten übrigen Monat folgte jedoch weiterer Rückgang, der sich noch bis Ende Februar fortsetzte. Bei langjähriger Beobachtung könnte man in anderen Jahren wohl noch weitere Winterformen auffinden. Anlässlich einer vergleichenden Untersuchung am 27. 1. 54 wurden z. B. 22 500 Zellen/l von *Mallomonas akromonas* beobachtet. Diese Art ist kaltstenotherm (Utermöhl 1925, Ruttner 1940). Sie kam zwar auch im Frühjahr 1953 wie schon in den vorhergehenden Wintermonaten, aber nur sehr vereinzelt vor.

Die starke quantitative und qualitative Einbuße des Planktons während der Zeit der Eisbedeckung ergibt sich aus den quantitativen monatlichen Durchschnittswerten: Dezember 50 000 Zellen/l,

Januar 35 000 Zellen/l, Februar 17 000 Zellen/l und aus der Zahl der insgesamt vorhandenen Arten: Dez. 52, Jan. 43, Febr. 33.

Mit dem Beginn des Auftauens und der damit verbundenen Zerstörung der inversen Schichtung durch Vollzirkulation Ende Februar begann sich das pelagische Leben wieder stärker zu entfalten.

4. Frühjahr 1953 (März—Mai)

Zahl der Beobachtungstage: März 9, April 7, Mai 7.

a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials

Während die beiden ersten Monate des Jahres 1953 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten um einige Zehntelgrade zu kalt waren, zeigten März, April und Mai überdurchschnittliche Temperaturen (Tab. 1).

Die Witterung des März war durchgehend frühlingsmäßig. Entsprechend wurde in diesem Monat eine erstaunlich hohe Besonnung (66 % der astronomisch möglichen) erreicht, während die Niederschläge in unserem Gebiet nur 3 mm betrugen. Das Auftauen des Dechsendorfer Weihers war bereits am 6. 3. beendet (im Jahr 1954 erst gegen 15. 3.). Die Pelagialtemperatur stieg dann von 5° fast ununterbrochen an und erreichte Ende März bereits 10°.

Im April setzte sich das freundliche Wetter fort. Das bekannte, durch rasch wechselnde Bewölkung, Regen und Schneeschauer gekennzeichnete Aprilwetter blieb auf wenige Tage beschränkt (zwischen 5. und 15. 4. — vgl. Fig. 11). Am Monatsende betrug die Wassertemperatur im Weiher bereits 17°.

Der Mai zeichnete sich durch extreme Witterungsperioden aus. Die „Eisheiligen“ brachten vom 6.—13. 5. starken Kälterückschlag mit Frost und Schneefällen. Die Pelagialtemperatur sank in dieser Zeit jedoch nur verhältnismäßig wenig (von 18° am 4. 5. auf 12° am 13. 5.). Gegen Mitte des Monats schloß sich dann unmittelbar eine hochsommerliche Periode an mit Lufttemperaturen über 30° C. Die Wassertemperatur stieg nun bis auf 26° (21. 5.). Wie noch gezeigt werden wird, war diese große Wärme, die im Mai 1952 fehlte, dafür verantwortlich, daß der Sommeraspekt des Planktons 1953 bereits im Mai zur Ausbildung kam (also einen Monat früher als im Vorjahr). Ab 27. 5. erfolgte wiederum ein markanter Kälterückschlag, welcher bis etwa 4. 6. andauerte. Die Pelagialtemperatur sank daraufhin wieder rasch, aber nicht unter 16°.

b) P_H -Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren

Die im März nach der Eisschmelze gemessenen P_H -Werte betrugen durchschnittlich 6,8—7,0. Die Alkalinität lag mit 0,6 ccm HCl noch relativ niedrig.

Im April wurden ungefähr die gleichen Meßergebnisse erzielt, es zeigte sich aber gegen Mitte des Monats ein vorübergehendes Ansteigen des Säurebindungsvermögens auf 0,8—1 ccm HCl. Vermutlich hat dies seinen Grund in einer durch die ersten Frühjahrsregen (5.—16. 4.) bedingten Kalkeinschwemmung aus dem Einzugsgebiet⁴⁾. Allgemein ist ja die Wasserzuführung im Frühjahr für das Einbringen von Kalk mehr geeignet als im Sommer. Die Temperatur des zuströmenden Wassers ist niedriger, folglich kann es mehr CO_2 lösen und wird dadurch befähigt, auch mehr Kalk als Bikarbonat mitzuführen (vgl. Gleichgewicht (1) S. 91).

Der am 27. 4. gemessene P_H -Wert lag mit 7,3 über den bisherigen Werten. Gleichzeitig war die Alkalinität wieder auf 0,6 ccm HCl gesunken. Grund hierfür ist vermutlich die Assimilationsstätigkeit des schon recht zahlreichen Planktons.

Im Mai betrug der mittlere P_H -Wert 7,15, die Alkalinität 0,75 ccm HCl. Während des Frühjahrs liegt der Ca-Gehalt des Dechsendorfer Weihers also meist im Oligotyp Naumann's mit 21 bis 25 mg CaO/l. Die Grenze zum Mesotyp (mehr als 25 mg/l) wird nur selten überschritten.

Die Sichttiefe ist im Frühjahr sehr schwankend. Sofort nach der Eisschmelze betrug sie infolge einer starken Vegetationsfärbung nur 70 cm — 1,10 m. Dies ist besonders bemerkenswert, da es sich hier um den einzigen beobachteten Fall einer Erniedrigung der Transparenz tatsächlich nur infolge des Planktongehaltes handelte. Nach Rückgang der Vegetationsfärbung stieg die Sichttiefe wieder auf über 2 m im April. Es wiederholten sich nun die 1952 beobachteten Verhältnisse: Anfang Mai Sichttiefe groß, Mitte Mai bei beginnendem Badebetrieb und erhöhtem Seston-gehalt Abnahme auf 1,50 m und schließlich 1 m.

Die Eigenfarbe des Wassers lag im April nach Abklingen des ersten großen Planktonmaximums bei Nr. 6—9 der Forel-Ule-Skala und stieg im Mai langsam auf höhere Ziffern an. Der Humusstandard lag also im Frühjahr im Oligotypus Utermöhl's, wie sich auch im Vorjahr ergeben hatte.

4) Vgl. Abschnitt Geologie S. 64. Als geringe Kalklieferanten kommen hier nur die schwach dolomitisierten Keuperschichten (Arkosen) in Betracht.

Die allgemeine Trophielage des Wassers in den Frühjahrsmonaten ist unter Bezugnahme auf die gleich näher zu besprechende Planktonproduktion stark wechselnd. Unmittelbar nach der Eisschmelze setzt infolge der Homothermie und Vertikalzirkulation aller pelagischen Schichten eine im Vergleich zum Winter starke Eutrophierung ein. Auch in Seen erreichen ja viele gelöste Stoffe nach dem Eisbruch ihre Höchstwerte (vgl. Einsle und Vetter 1938). Gemäß dem Nathanson'schen Planktonproduktionsgesetz (siehe bei Naumann 1926 a; 1931) werden die im Winter im Sediment mineralisierten Stoffe jetzt den vorhandenen oligothermen Planktern nutzbar. Durch ein sehr starkes Planktonmaximum wurden im März 1953 diese Nährstoffreserven bald verbraucht. Insbesondere dürften Stickstoff- und Phosphorverbindungen wieder ins Minimum gelangt sein. Im Mai kam dann aber das Wasser wieder zu einer größeren Eutrophie. Dies erklärt sich zwanglos aus dem bei der nun erhöhten Temperatur sich rascher vollziehenden Stoffkreislauf im Teich sowie aus der fast täglichen vertikalen Vollzirkulation (vgl. Sedlmayer 1931, Weimann 1935 a).

c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht

Noch während größere Flächen des Weiherareals mit Eis bedeckt waren, konnte bereits zu Beginn des Monats März ein schwacher Anstieg fast aller am Plankton beteiligten Algengruppen festgestellt werden. Zwischen dem 4. und 6. 3., als das Abtauen nahezu beendet war, vollzog sich dann eine explosionsartige Entwicklung von *Mallomonas*. Das Maximum wurde im Litoral am 6. 3. mit 6 800 000 *Mallomonas*-Zellen pro Liter und im Pelagial am 10. 3. mit 1 500 000 pro Liter erreicht (vgl. Fig. 12). Ein ähnlich hoher Gipfel konnte während der ganzen übrigen Untersuchungszeit nicht mehr beobachtet werden. Die gesamte Wasserfläche zeigte zu jener Zeit, besonders bei auffallender Sonnenstrahlung eine Art Goldglanz, etwa dem durch *Chromulina* hervorgerufenen ähnlich. Nach dem Pascher'schen Bestimmungswerk gelang die Artbestimmung der betr. Chrysomonade nicht, ebensowenig nach der Zusammenstellung von Huber-Pestalozzi 1941. Auch in der übrigen mir zugänglichen Literatur konnte ich die Art nicht auffinden. Die größte Ähnlichkeit zeigte die vorliegende *Mallomonas*-Art mit *M. anglica* (N. Carter) Hub.-Pest. und mit *M. potsdamensis* Bethge (vgl. Bethge 1954), ohne jedoch mit einer von beiden übereinzustimmen. Sie wird daher als *Mallomonas*

Schwemmleri Glenk beschrieben (cf. Glenk 1956). Leider war dieser Flagellat im Frühjahr 1954 nicht wieder aufzufinden, offenbar hat auch er wie andere Chrysomonaden (*Uroglena* spec. vgl. S. 77) keine jährliche Periodizität. Das im März 1953 erreichte Maximum sank nach dem 10. 3. rasch, dann nach dem 20. 3. etwas langsamer ab. Am 30. 4. 1953 wurde die Form letztmals im Plankton gefunden.

Neben *Mallomonas* war im Plankton des März noch *Dinobryon cylindricum* und *Dinobryon divergens* vorherrschend. Wie im Jahr 1952 kann man also von einem Chrysophyceenaspekt sprechen.

Auch die pelagischen Diatomeen (*Synedra acus* et var., *Asterionella formosa*, *Diatoma vulgare*) entwickelten sich relativ gut, gelangten aber nicht zu einer vorherrschenden Stellung. Die anderen Gruppen: Protococcalen, Euglenalen, Cyanophyceen, Peridineen spielten eine untergeordnete Rolle.

Der monatliche Durchschnitt betrug 1 076 000 Zellen/l. Damit war der März 1953 quantitativ der planktonreichste Monat während der Beobachtungszeit. 66 verschiedene Arten konnten gefunden werden.

Anfang April waren die Verhältnisse nur insofern verändert, als *Cryptomonas erosa* und *ovata* wiederum die Oberhand gewonnen hatten. Während des ganzen Monats zeigten die anderen Planktongruppen kleinere, unregelmäßige Schwankungen. Die Cryptomonaden stiegen dagegen ab 22. 4. zu einem beträchtlichen Maximum empor (82 500 Zellen/l am 27. 4.) und blieben bis gegen 10. Mai auf dieser Populationshöhe. Auffällig ist ihr rasches Zurückgehen vom 13. 5. an, als die mittlere Pelagialtemperatur über 16—18° anstieg. Es darf hier nochmals an den herbstlichen Anstieg der Cryptomonadenkurve im Sept./Okt. 1952 erinnert werden. Er vollzog sich auch erst dann, als die Wassertemperatur unter 16° gefallen war. Angesichts dieser Tatsache erscheint mir die von H u b e r - P e s t a l o z z i 1951 erwähnte Eurythermie für unsere *Cryptomonas erosa*-Rasse als nur bedingt richtig. Zumindest besitzt unser Ökotyp ein ausgesprochenes Temperatur-optimum, welches bei weniger als 16° anzunehmen ist. In Übereinstimmung damit wäre der Befund von F i n d e n e g g 1943 zu erwähnen. Er fand anlässlich der Untersuchungen des Ossiacher- und Millstätter Sees *Cr. erosa* nur im Mai und September (also bei verhältnismäßig niedriger Temperatur des Seepelagials) in Maximalentfaltung.

Die ermittelte Gesamtzellzahl betrug im April durchschnittlich 49 000/l und lag damit etwa auf der gleichen Höhe wie im Dezember 1952. Es wurden 70 verschiedene Arten beobachtet.

Der Anfang Mai 1953 stattfindende Kälteeinbruch hatte auf die Planktonentwicklung nur geringen Einfluß. Lediglich eine ab 4. 5. einsetzende *Dinobryon*-Entwicklung wurde etwas verlangsamt. Mit der folgenden Wärmeperiode erreichte *D. divergens* dann am 21. 5. einen Höhepunkt mit 156 000 Kolonien/l. Diese Spitzenentwicklung ist für den Frühjahrsaspekt des Planktons im untersuchten Weiher charakteristisch. Zeitlich entspricht sie genau dem *D. divergens*-Maximum vom 17. 5. 52, obwohl damals die Wassertemperatur rund 8° C tiefer lag.

Durch die für Mai ungewöhnlich hohe Wassertemperatur von 23—24° C kam 1953 die stärkere Zunahme der Protococcalen bereits ab ungefähr 17. 5. in Gang, so daß der Sommeraspekt des Phytoplanktons schon im Juni ausgebildet war. Dazu trug außerdem noch der recht steile Anstieg der Euglenalen und Peridineen mit den bekannten Vertretern *Euglena spec.*, *Phacus spec.*, *Trachelomonas sp.* resp. *Peridinium sp.* und *Ceratium hir.* bei. Die mittlere Zellkonzentration im Plankton betrug im Mai 113 000/l, die Zahl der beobachteten Arten 97.

5. Sommer 1953 (Juni, Juli)

Zahl der Beobachtungstage: Juni 8, Juli 7.

a) Wetterablauf und Temperatur des Pelagials

Nach der bereits erwähnten Kälteperiode Ende Mai/Anfang Juni herrschte den ganzen Monat hindurch schwüle, windschwache Gewitterlage mit häufigen Wolkenbrüchen. Die Niederschlagsmenge betrug daher im Juni 1953 147 % der normalen, wogegen die Sonneneinstrahlung mit nur 38 % der astronomisch möglichen für die Jahreszeit relativ gering war. Die mittlere Temperatur des Teichpelagials unterschied sich mit rund 22° (vgl. Fig. 13) nur wenig von der entsprechenden des Vorjahres.

Der größte Teil des Monats Juli 1953 stand unter dem Einfluß einer Westwetterlage. Daher zeigte sich der Witterungsverlauf relativ unbeständig. Nur die erste Dekade brachte fast durchwegs sonniges Wetter. Die Temperaturen des pelagischen Wassers lagen deshalb vom 3.—7. 7. bei 27° C, sanken dann aber wieder auf 22° ab. Während der ganzen folgenden Zeit kam es nicht mehr zu

einer Steigerung der Wassertemperatur über 25° C. Die Niederschlagsmenge war besonders in der zweiten Monatshälfte reichlich, die Sonneneinstrahlung annähernd normal (vgl. Tab. 1).

Der Badebetrieb gestaltete sich, da längere Schönwetterperioden fehlten, weniger intensiv als im Juli des Vorjahres. Vielleicht ist dies neben den mehr optimalen Temperaturen des Wassers der Grund für die größere Quantität an Plankton im Juli 1953 gegenüber Juli 1952.

b) P_H -Werte, Transparenz, Alkalinität des Wassers und andere chemische Faktoren

Die Wasserstoffionenkonzentration im Juni zeigte Werte, die meist knapp über dem Neutralpunkt lagen (P_H 7,0—7,30). Nur am 25. 6. wurde ein P_H -Wert von 6,85 gemessen. An diesem Tage erfolgte die Probeentnahme kurz nach einem Gewitterschauer. Die Alkalinität des Oberflächenwassers lag bei 0,70—0,80 ccm HCl; über dem Grund wurde, wie zu erwarten, ein etwas höheres S.B.V. festgestellt (0,9 ccm HCl am 25. 6. 53).

Im Juli war der P_H -Wert noch unverändert (7,10—7,22). Gegen Ende des Monats fiel er etwas ab (6,90 am 27. 7.). Die Alkalinität betrug wie im Vormonat durchschnittlich 0,75—0,80 ccm. Der Ca-Gehalt des Wassers fällt also mit 22,6 mg CaO/l in den Oligotypus *N a u m a n n's*. Im Juni bis August 1952 lag er knapp im Mesotypus (cf. S. 75), vielleicht infolge der damals niedrigeren Planktondichte.

Die Transparenz wurde im Juni und Juli 1953 mit durchschnittlich 80 cm bestimmt und war damit etwas höher als im Juli des Vorjahres (siehe S. 83). Dies ist durch etwas geringeren Abiosestongehalt (geringere Turbulenz des Wassers, da weniger Badegäste) bedingt.

Die anderen chemischen Milieufaktoren entwickelten sich im Sommer 1953 in prinzipiell gleicher Weise wie im Jahre 1952 (vgl. S. 84). Eine mehr gelbliche Wasserfarbe zeigte wiederum den Eintritt des Humushaushaltes in den Mesotypus des *U t e r m ö h l'schen* Standards an (Nr. 10—13 der Forel-Ule-Skala).

c) Phytoplankton in quantitativer Hinsicht.

Das Plankton des gesamten Monats Juni 1953 zeigte den für unseren Weiher typischen Sommeraspekt (vgl. Fig. 14). Die Kurve für die *Protococcales* lag weit über der der anderen Gruppen. Hauptsächlich beteiligt waren wie 1952 die Gattungen *Pediastrum*,

Scenedesmus, *Crucigenia* und *Tetraëdron*. Durchschnittlich wurden etwa 70 000 Protococcaleneinheiten pro Liter gezählt. Die Schwankungen ihrer Populationskurve waren verhältnismäßig gering. Erwähnenswert ist nur ein Anstieg vom 9. 6. bis 13. 6. und ein anschließender Rückgang bis 17. 6. Hier erkennt man sehr deutlich den Einfluß kleinerer oder größerer Niederschlagsmengen: vom 11.—13. 6. erfolgten relativ geringe Niederschläge, welche sich bei der herrschenden Eutrophie produktionssteigernd auswirken (vgl. S. 79); ein stärkerer Regen am 15. 7. hatte dagegen in Übereinstimmung mit dem Kofoid'schen Planktonproduktionsgesetz eine produktionshemmende Wirkung (N a u m a n n 1926 a, 1931, vgl. Fig. 13 und 14).

Als nächsthäufige Planktongruppen folgten den Protococcalen die Euglenalen und Peridineen sowie die Cyanophyceen. Von den übrigen Gruppen spielten Cryptomonaden, Diatomeen, Desmidiaceen und Heterokonten eine untergeordnete Rolle (Fig. 14).

Dinobryon bavaricum trat wie schon im Vorjahr (vgl. S. 87) mit einigen scharf ausgeprägten Maxima in Erscheinung. Auffallend ist dabei, daß sich die Lage der Gipfel in den beiden Jahren zeitlich verhältnismäßig genau entspricht: Maxima von *Dinobryon bavaricum* im Plankton:

1952 am 7. 6., 20. 6., 31. 7., 4. 9.

1953 am 6. 6., 29. 6., 16. 7., ?

Wie auf S. 100 erwähnt, waren die Temperaturverhältnisse des Teichpelagials im Juni 1952 und 53 ungefähr gleich. Im Juli 1952 herrschte dagegen hohe Wassertemperatur, welche die Spitzenentwicklung der Form um 14 Tage verzögert haben dürfte. Inwieweit bei der zeitlichen Aufeinanderfolge der verschiedenen Sekundärgipfel von *D. bavaricum* außer den äußeren Milieufaktoren noch andere Bedingungen, etwa eine der Keimungsperiodizität der höheren Pflanzen entsprechende endogene Rhythmik mitwirken, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist dieser Gedanke, den auch D i m i t z 1938 äußert, keineswegs von der Hand zu weisen und müßte auf experimentelle Weise im Kulturversuch (vgl. N a u m a n n 1929 a) bei möglichster Konstanz aller äußeren Faktoren nachgeprüft werden.

Die durchschnittliche Zell- resp. Koloniezahl betrug im Juni 1953 163 500 Einheiten pro Liter. Die Zahl der im Plankton gefundenen Arten belief sich auf 108.

Im Juli waren zunächst noch die Protococcalen vorherrschend. In der Mitte des Monats zeigten dann die Cyanophyceen einen raschen Anstieg und wurden so zur quantitativ dominierenden

Gruppe. Bedingt wurde ihr Maximum dadurch, daß sich zwei *Anabaena*-Arten: *A. spirioides* und *A. planctonica* neben den im Sommer stets im Plankton vorhandenen Blaualgengattungen *Microcystis*, *Chroococcus*, *Merismopedia* und *Aphanocapsa* sehr stark entfalteten. Der gefundene Höchstwert lag bei 84 000 Coenobien resp. Zellfäden pro Liter am 16. 7., fiel also mit einer Hauptentwicklung von *Dinobryon bavar.* zusammen (vgl. Fig. 14).

Die starke Cyanophyceenvegetation im Juli 1953 zeigt an, daß der Gehalt an den lebenswichtigen Minimumstoffen Stickstoff und Phosphor in diesem Monat höher gelegen haben muß als im Juli 1952. Bei der herrschenden Pelagialtemperatur von rund 22° kam er dann den stark polythermen Schizophyceen zugute. Im Vorjahre, in dem eine entsprechende Eutrophierung erst Anfang September wirksam wurde, konnten sich diese Algen wegen der bereits unter 20° liegenden Wassertemperatur nicht mehr entwickeln. Die Ergebnisse der Teichdüngungsversuche Wunder's (Wunder, Utermöhl, Ohle 1935 a, Weimann 1935 b, 1936 a und b, 1939, Ziegelmeyer 1938) haben gezeigt, daß die Cyanophyceen bei erhöhtem Phosphatgehalt und hoher Temperatur stark wuchern und u. U. alle anderen Planktonalgen verdrängen können.

Ein starkes Anwachsen der pelagischen Diatomeenpopulation ab 22. 7. (vor allem *Asterionella formosa* und *Synedra acus* var. *angustissima*) läßt nochmals erkennen, wie anders sich doch der Vegetationsablauf 1953 im Vergleich zum Vorjahre gestaltete. Ein entsprechender Gipfel⁵⁾ war nämlich im Juli/August 1952 nicht zu beobachten. Welche Außenfaktoren für dieses verschiedene Verhalten der Kieselalgen im einzelnen verantwortlich zu machen sind, läßt sich hier nicht exakt festlegen (wie dies etwa für die Protococcalenvegetation in den beiden Untersuchungsjahren möglich war).

Die Tatsache, daß die Planktonentwicklung in Teichen in einzelnen Jahren stark wechseln kann, ist bekannt. Kleinere Gewässer zeigen im Vergleich zu Seen durchwegs eine gewisse Astasie in Hinsicht auf die rhythmische und zyklische Konstanz der Milieubedingungen (Gajl 1924, Thienemann 1925, Stein-

5) Das im Juli erreichte *Asterionella*-Maximum war anscheinend nur von kürzerer Dauer: am 1. 8. 53 waren 58 000 Kolonien pro Liter vorhanden, bei Kontrolluntersuchungen nach Abschluß der regelmäßigen Beobachtungen wurden am 25. 8. nur noch 6800 Sternchen/l gezählt, am 11. 9. noch weniger: 3500/l. Die Protococcalen, Cyanophyceen und Euglenalen hatten dagegen ihre hohe Frequenz beibehalten.

ecke 1940, Weimann 1942 u. a.), welche dann derartige Differenzen des pelagischen Lebens leicht im Gefolge haben kann.

Die Planktonzählungen ergaben für den Monat Juli 1953 ein Mittel von 175 000 Einheiten pro Liter; wie schon im Vormonat wurden 108 verschiedene Arten im Pelagial festgestellt.

6. Rückblick auf den Jahresverlauf der Planktonentwicklung

Überblicken wir die in den Abschnitten 1 bis 5 dargestellten Verhältnisse der pelagischen Vegetation in den einzelnen Jahreszeiten, so können wir zusammenfassend feststellen:

Frühjahr

Die erste große Entfaltung des Planktons tritt sogleich nach dem Eisbruch auf. Zu dieser Zeit ist der Nährstoffgehalt im Teichpelagial hoch, besonders die Minimumstoffe Stickstoff und Phosphor sind in zunächst ausreichender Menge vorhanden. Bei günstigem, sonnigem Wetter kann es daher im März zu einer ungeheuren Massenentwicklung von ausgesprochen oligothermen Chrysomonaden kommen. Dadurch wird aber wiederum ein Rückgang der Nährstoffe verursacht, so daß sich das erreichte Planktonmaximum nicht lange erhält. Nach einer Phase des Abbaus im April folgt dann im Mai ein Maximum von weniger stenothermen Chrysomonaden. Die typische Frühjahrsausbildung des Planktons im Dechsendorfer Weiher stellt also einen Chrysomonadenaspekt dar, welcher sich sukzessive aus streng kaltstenothermen Arten (vor allem der Gattung *Mallomonas*) und weniger scharf oligothermen Formen (*Dinobryon divergens* und *cylindricum* sowie unter Umständen *Uroglena*-Arten und *Synura uvella*) aufbaut. Teilweise erfahren im Frühjahr auch *Cryptomonas*-Arten, die noch vom Winter her vorhanden sind, eine stärkere Entwicklung⁶⁾.

Die quantitative Entfaltung erreicht zu Beginn des Frühjahrs ihre Jahreshöchstwerte:

März	mehr als 1 000 000 Einh./l.
April	. . . 50 000 Einh./l.
Mai	. . . 100 000 Einh./l.

6) Das stärkere Auftreten der alpha-mesosaproben *Cr. erosa* (Liebmann 1951) im April darf nicht verwundern: ist doch das Wasser durch den Abbau der riesigen Planktonmasse des März einer Art „Selbstverunreinigung“ (cf. Thunmark 1945) ausgesetzt, wodurch der Saprobitätsgrad sehr wohl gesteigert werden kann.

Sommer

Bei steigender Wassertemperatur und einer damit verbundenen stärkeren Eutrophierung des pelagischen Milieus (vgl. S. 84) geht dann der Frühjahrsaspekt allmählich in den Sommerzustand über. Der Wechsel vollzieht sich je nach der herrschenden Witterung in den Monaten Mai oder Juni. Voll ausgebildet ist der Sommeraspekt des Planktons in den Monaten Juli/August. Vorherrschend sind zu dieser Zeit eurytherme und mehr polytherme Formen. Vor allem sind im Sommerplankton vertreten: Protococcalen, Cyanophyceen, Euglenalen und Peridineen. Ihr gegenseitiges Verhältnis wird durch die Wetterelemente und die vorhandenen chemischen Milieufaktoren reguliert. Zu einzelnen Zeitpunkten treten dann noch Chrysomonaden (*Dinobryon bavaricum*, *Mallomonas accaroides*) und evtl. Diatomeen hinzu. Die qualitative Zusammensetzung der pelagischen Gemeinschaft ist im Sommer bei weitem am mannigfaltigsten. Auch die Quantität liegt besonders gegen Ende August hoch; durchschnittliche Konzentrationen:

Juni	160 000 Einheiten/l
Juli	100 000 Einheiten/l (1952)
	175 000 Einheiten/l (1953)
August	185 000 Einheiten/l

Herbst

Das Wasser des Dechsendorfer Weihers zeigt im Herbst einen durch den sommerlichen Badebetrieb und andere Gründe (vgl. S. 84) bedingten höheren Trophiegrad sowie stärkere Verschmutzung. Der quantitative Planktonstandard hat daher im September einen noch höheren Stand als in den Sommermonaten: Herbstmaximum, mit Vorherrschen von beta- und alpha-Mesosaprobien. In qualitativer Hinsicht erfolgt ein beständiger Rückgang. Die mit zahlreichen Arten vertretenen Protococcalen werden mehr und mehr durch Cryptomonaden ersetzt. Infolge der starken, durch die Abfischung des Weihers im Oktober stattfindenden Störungen ist kein eigentlich typischer Herbstaspekt des Planktons vorhanden, sofern man nicht eine etwas stärkere Diatomeenwucherung zusammen mit dem herbstlichen Cryptomonaden-Maximum als solchen erklären will. Nächste dem Frühjahr weist der Herbst die größten Planktondichten auf:

September . . .	235 000 Einheiten/l
Oktober . . .	190 000 Einheiten/l
November . . .	150 000 Einheiten/l.

Winter

Für die pelagische Vegetation beginnt der Winter mit dem Zufrieren der Wasseroberfläche und dem Auftreten einer umgekehrten Schichtung (Winterstagnation). Sämtliche Planktongruppen gehen qualitativ und quantitativ stark zurück. In erster Linie sind hierfür zwei Gründe maßgebend:

1. schlechte Lichtverhältnisse unter dem Eis (besonders bei Schneebedeckung);
2. beständig zunehmende Verarmung der höheren und mittleren Wasserschichten an Nährstoffen ⁷⁾.

Am widerstandsfähigsten erweisen sich diesen ungünstigen Umständen gegenüber die Cryptomonaden, welche daher zusammen mit verschiedenen Winterformen (kaltstenotherme Schwachlichtformen) wie *Peridinium aciculiferum* (Jan. 1953) oder *Mallomonas akromonas* (Febr. 1954) zur Ausbildung eines Winteraspektes Veranlassung geben. Der quantitative Rückgang des Planktons während der Winterstagnation kommt in der durchschnittlichen Konzentration für die einzelnen Monate zum Ausdruck:

Dezember . . .	50 000 Einheiten/l
Januar . . .	35 000 Einheiten/l
Februar . . .	17 000 Einheiten/l.

Die Schwankungen des Gesamtplanktongehaltes von einem Beobachtungstag zum anderen zeigt Fig. 15 (S. 107).

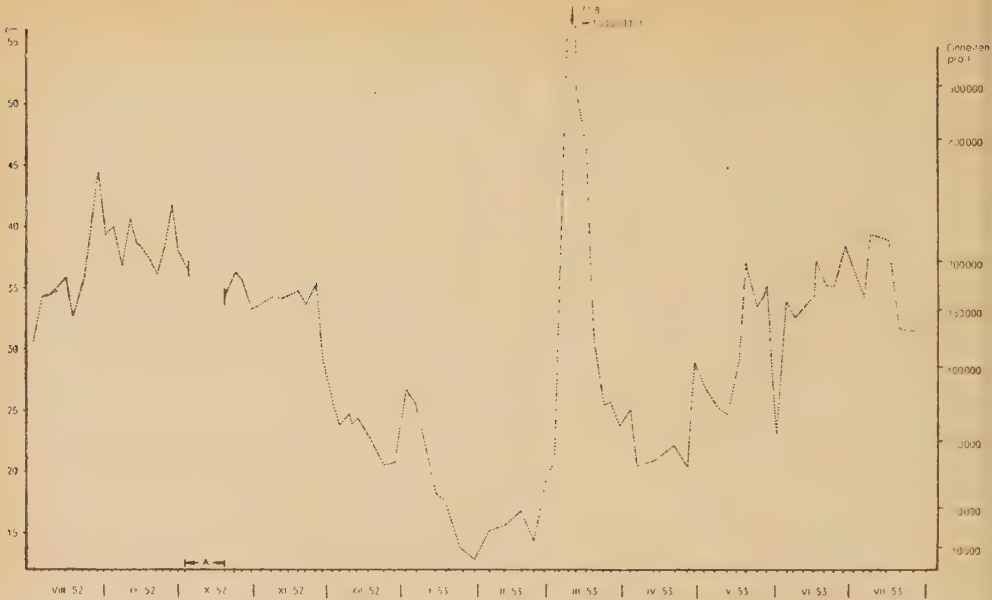
Nach dem Auftauen des Weihers beginnt der geschilderte Kreislauf von neuem, wobei er in den einzelnen Jahren gemäß der Astasie der Milieubedingungen im Teich (vgl. S. 103) mehr oder weniger variiert werden kann.

B. Qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons während der Untersuchungszeit

1. Monatliche Planktonlisten

Die wechselnde Qualität der Planktonvegetation in den verschiedenen Jahreszeiten wurde in den obigen Abschnitten in ihren Grundzügen bereits gestreift. Es müßten nun noch monatliche

7) Bei stark eutrophen Teichen wirkt als Faktor für die Planktonverarmung unter Eis noch der sich im Sediment reichlich entwickelnde Schwefelwasserstoff, welcher nicht entweichen kann und die ganze Wassermasse durchdringt. In solchen Fällen besteht oft das gesamte Plankton am Ende des Winters aus Schwefelbakterien (cf. Bethge 1953).



Figur 15: Jahreskurve des Gesamtphytoplanktons (Kugelkurve)
August 1952—Juli 1953

A = Abfischung des Weihers (keine Planktonbestimmung möglich)

Aufstellungen folgen, welche über die Zusammensetzung der jahreszeitlichen Aspekte genauere Auskunft geben. Aus Gründen der Räumersparnis muß aber eine Veröffentlichung derartiger Übersichten an dieser Stelle unterbleiben. Sie sind in einer ausführlicheren Arbeit im Botanischen Institut der Universität Erlangen vorhanden und können von Interessenten auf Wunsch dort eingesehen werden.

2. Der monatliche prozentuale Anteil der einzelnen Algengruppen am qualitativen Aufbau der Planktongemeinschaft

In systematischer Hinsicht sind es vor allem neun Gruppen, welche an der Zusammensetzung der phytopelagischen Gemeinschaft im Dechsendorfer Weiher beteiligt sind. Es handelt sich um:

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| 1. Cyanophyceen | 3. Chrysophyceen |
| 2. Protococcalen ⁸⁾ | 4. Cryptomonaden |

8) Die quantitativ und qualitativ wenig hervortretenden Volvocalen und Tetrasporalen sind hier mit in den Begriff Protococcalen einbezogen. Man könnte daher auch von Chlorophyceen sprechen. Dies wurde aber absichtlich vermieden, da diese Bezeichnung auch benthontische, fadenförmige Formen umfassen würde.

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| 5. Euglenalen | 8. Heterokonten |
| 6. Peridineen | 9. Conjugaten. |
| 7. Planktische Diatomeen | |

Die Zahl der Arten dieser Gruppen, die monatlich gefunden wurde, sowie ihr Prozentanteil an der Gesamtzahl der beobachteten planktischen Arten sind aus Tabelle 2, S. 151, zu ersehen.

Man erkennt, daß die größte qualitative Entfaltung des Phytoplanktons in den Monaten Juni, Juli, August erreicht wird. Zu diesem Zeitpunkt ist der Anteil der Protococcalen besonders hoch und beträgt gegen 40 %. Der bereits bei der Besprechung der Planktonquantität hervorgetretene sommerliche Protococcalenaspekt zeigt sich auch hier wieder sehr deutlich. Ab September nimmt die Artenzahl ständig ab und gelangt im Februar auf ihren tiefsten Stand. Der prozentuale Anteil der Cryptomonaden steigt dagegen von 1,0 auf 6,1 % (höchster Wert während des Jahres). Auch diese Tatsache stimmt mit dem quantitativ festgestellten Cryptomonadenaspekt des Winterplanktons überein. Die Prozentzahlen für die Crysophyceen liegen im Winter (viele kaltstenotherme



Figur 16: Phytoplanktonspektrum (nach Bethge 1952, verändert). Prozentualer qualitativer Anteil der Algengruppen am Aufbau des Planktons in den einzelnen Monaten (August 1952—Juli 1953).

Prozentzahlen für die einzelnen Kolumnen aus Tabelle 2 ersichtlich (vgl. S. 151)

Arten) und Frühjahr besonders hoch (bei rund 15 %). Der frühlingsmäßige Chrysomonadenaspekt geht aus den Verhältnissen allerdings nicht so klar hervor, da der qualitative Chrysophytenanteil im Januar sein Maximum erreicht (18,6 %). Abschließend sei noch auf die qualitative Entwicklung der Cyanophyceen verwiesen. Wie nach der Zusammensetzung dieser Gruppe aus vorwiegend wärmeliebenden Formen zu erwarten ist, weist sie ihre größte Mannigfaltigkeit in den Sommermonaten auf: Juli bis September und erleidet vom November bis Mai starke Einbuße.

Eine übersichtliche Darstellung des jeweiligen qualitativen Verhältnisses der einzelnen Algengruppen zueinander gelingt in einem sogenannten „Phytoplanktonspektrum“ (cf. Bethge 1952); vgl. Fig. 16 (S. 108).

3. Verzeichnis der gefundenen Algenarten

mit Angabe der Zeit des Auftretens und der relativen Häufigkeit der Arten im Dechsendorfer Weiher.

Ergebnisse einiger anderer Autoren sowie Einordnung in die Saprobiensysteme von Kolkwitz und Marsson 1908 resp. 1935 und Liebmann 1951 sind mit angegeben. Nichtplanktische Arten sind durch*) gekennzeichnet und aus der laufenden Nummerierung ausgenommen.

Die Genera, Species und Varietäten sind alphabetisch innerhalb einzelner Gruppen geordnet. Bei der Anordnung der Algengruppen ist folgende Reihenfolge eingehalten:

- | | | |
|------------------|--------------------|-------------------|
| A) Cyanophyceae | C) Flagellatae | D) Diatomeae |
| B) Chlorophyceae | a) Chrysomonadinae | (nur planktische) |
| a) Volvocales | b) Cryptomonadinae | E) Heterokontae |
| b) Tetrasporales | c) Eugleninae | F) Conjugatae |
| c) Protococcales | d) Peridineae | a) Desmidiaceae |
| | | b) Zygnemaceae |

G) Anhang: Nebenher festgestellte benthontische Arten, sowie Zooplankter:

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| a) Chlorophyceae | b) Diatomeae |
| 1. Ulotrichales | (Grund- und Aufwuchsformen) |
| 2. Oedogoniales | c) Zooplankter |
| 3. Siphonocladiales | 1. Rotatoria |
| 4. Siphonales | 2. Crustacea |
| | 3. Protozoa. |

A) Cyanophyceae

- 1) *Anabaena circinalis* Hansgirg In größerer Menge (ca. 20 000/L) nur Ende Oktober 1953. Vermutlich bei der Bespannung aus dem oberen Bischofsweiher eingeschwemmt.
- 2) *Anabaena constricta* Geitler Nur Ende Mai, im Juni und August 1952 gelegentlich gefunden. Wohl erratisch. Polysaprob nach Liebm ann 1951.
- 3) *Anabaena cylindrica* Lemm. Nur am 1. 8. 53, erratisch!
- 4) *Anabaena flos aquae* (Lyngb.) Bréb. Nur im Juli 53 gelegentlich, erratisch! β -mesosaprob (Liebm ann); β - α -eutroph, eulimnische Form nach K rieger 1927.
- 5) *Anabaena planctonica* Brunnth. Im August ständig im Plankton.
- 6) *Anabaena reniformis* Lemm. Nur am 28. 6. 53 beobachtet. Selten auch bei Schlenker 1931.
- 7) *Anabaena spirioides* Klebhahn Mai-August häufig. β -mesosaprob (Liebm ann).
- 8) *Anabaena spec.* Schwer bestimmbare Arten, bes. beim Zählen oft nicht zu trennen (vgl. Uterm öhl 1925, S. 377).
- 9) *Aphanizomenon flos aquae* (L.) Ralfs Im Sommer ständig in geringer Menge. β -mesosaprob n. Liebm ann. Nur in stark eutrophen Gewässern massenhaft auftretend (Uterm öhl 1925, Weim ann 1935 b, 1939).
- 10) *Aphanocapsa pulchra* (Kütz.) Rbh. Nur am 5. 5. 52 erratisch.
- 11) *Aphanocapsa spec.* Nicht sicher zu bestimmende Arten. Fast während des ganzen Jahres, bes. im Sommer.
- 12) *Aphanothece microscopica* Näg. Mai-August häufig.
- 13) *Aulosira laxa* Kirchner August 52, Mai-Juli 53 vereinzelt.
- 14) *Borzia trilocularis* Cohn Nur zweimal notiert (fraglich).
- *) *Chlorogloea microcystoides* Im Sommer öfters, gelegentlich im Plankton.
- Geitler
- *) *Chroococcopsis gigantea* Geitler Vom Grund aufgewirbelt.
- 15) *Chroococcus minutus* (Kütz.) Bes. im Litoral, Juni-August.
- Näg.
- 16) *Chroococcus spec.* Wohl mehrere Arten, jedoch nicht sicher bestimmbar; Juni-Okt. ständig in geringer Menge im Plankton.
- 17) *Coelosphaerium Kützingianum* Gelegentlich im Juni/Juli. Vorwiegend benthontisch, β -eutroph n. K rieger 1927.
- Näg.
- 18) *Coelosphaerium minutissimum* Juli 53 häufig.
- Lemm.
- 19) *Cyanarcus haemiformis* Pascher Juni-Okt. vereinzelt.
- 20) *Cyanodictyon reticulatum* Sept./Okt. 52 häufig, August 53 vereinzelt.
- Geitler

- 21) *Dactylococcopsis raphidioides* Hansgirg
Mai/Juni nicht häufig. Echter Nannoplankter, auch bei Utermöhl 1925 stets in geringer Menge.
- *) *Gloeocapsa conglomerata* Kütz. 14. 3. 53 wohl eingeschwemmt.
- 22) *Lyngbia Lagerheimii* (Möb.) Gom. Juni-Sept. nicht selten.
- 23) *Merismopedia elegans* A. Br. Juni-Aug. 52 und 53. Vorwiegend limnophil, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 24) *Merismopedia glauca* Näg. August/Sept. 52.
- 25) *Merismopedia punctata* Meyen Häufigste *M.*-Art bes. Juli/August. Nach Utermöhl 1925 *M. sp.* nur bei größerem Gehalt des Wassers an org. Stoffen. Daher hier im Sommer nach dem Badebetrieb.
- 26) *Microcystis aeruginosa* Kütz. Im Sommer häufig. β -mesosaprob n. Liebmann. Limnophil n. Krieger 1927.
- 27) *Microcystis aeruginosa* var. *maior* Smith Gelegentlich neben der typ. Form.
- 28) *Microcystis firma* Rbh. Nur einmal gefunden, erratisch. Selten auch bei Schlenker 1923.
- 29) *Microcystis flos aquae* (Wittr.) Kirchner April-Okt. häufig. Vorwiegend limnophil, β -eutroph n. Krieger 1927. β -mesosaprob nach Liebmann.
- 30) *Microcystis pallida* Lemm. Nur einmal beobachtet, erratisch!
- 31) *Microcystis stagnalis* Lemm. Nur am 28. 5. 53, erratisch!
- *) *Nostoc spec.* Vermutl. *N. rivulare*, eingeschwemmt, nicht planktisch, April-August bes. im Litoral.
- 32) *Oscillatoria Borneti* Zukal 19. 5. 52 erratisch! Nach Geitler (cf. Pascher) 1925 in Alpenseen häufig, von dort wohl durch Zugvögel eingeschleppt.
- 33) *Oscillatoria lacustris* Geitler Mai 1953 häufig.
- *) *Oscillatoria minima* Gickl. Vom Grund hochgewirbelt, Juli 52.
- 34) *Oscillatoria spec.* Versch. nicht genau zu bestimmende Arten. April-Nov. 52 und wieder ab März 1953 fast ständig im Plankton.
- 35) *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterb. Im Sommer, selten! So auch bei Schlenker 1923. Teiling 1946 vermutet, daß die Form in den meisten Fällen zu *Dactylococcopsis ellipsoideus* (Schr.) Teiling zu rechnen ist.
- 36) *Rhabdoderma lineare* cf. var. *spirale* Wolosz. 16. 8. 52. Nach Geitler (cf. Pascher) 1925 nur in javanischen Seen. Erratisch!
- 37) *Spirulina agiltissima* Kirchn. Nur zweimal gefunden in nicht fixierten Fängen, Sept. 52.
- 38) *Spirulina spec.* April-August, relativ selten.

B) Chlorophyceae

a) Volvocales

- 39) *Chlamydomonas spec.* Versch. nicht näher zu bestimmende Arten. April-Okt. ständig in geringer Menge. Polysaprob bei Massenentwicklung.
- 40) *Eudorina elegans* Ehrenberg April-Juni 52, Mai-Aug. 53. Im April und Mai häufiger, sonst vereinzelt, wie auch bei Bock, W. 1952; Kaltwasserform, β -mesosaprob nach Kolkw. und Marsson. Helo- und limnophil, γ - β -eutroph nach Krieger 1927.
- 41) *Gonium pectorale* Müller April 52 sehr vereinzelt im Plankton. α -mesosaprob n. Kolkw. u. Marsson u. Liebmann.
- 42) *Gonium sociale* Warming April 52 selten.
- 43) *Pandorina morum* (Müller) Bory Mai-Aug. 52 und 53 ständig in ger. Menge. β - α -mesosaprob n. Kolkw. und Marsson. Helo- und limnophil, β -eutroph nach Krieger.
- 44) *Volvox aureus* Ehrenberg nicht häufig, Okt./Nov. 52 und Mai/Juni 53 gefunden. β -mesosaprob nach Kolkwitz und Marsson. Vorwiegend limnophil, β -eutroph nach Krieger 1927.

b) Tetrasporales

- 45) *Asterococcus superbis* Scherffel Selten, zweimal im Mai 53 beobachtet. Katharob nach Lemmermann (cf. Pascher) 1915.
- 46) *Gloeococcus Schroeteri* (Chod.) Lemm. April-Okt. 52, März-Aug. 53 häufig. Katharob n. Lemmermann (cf. Pascher) 1915. Oligosaprob n. Liebmann. Vorwiegend limnoplanktisch, oligotroph- γ -eutroph nach Krieger 1927. Optimum bei 15,5° C nach Findenegg 1943.
- 47) *Gloeocystis vesiculosa* Näg. Mai 52 und 53 nicht häufig. Katharob nach Lemmermann 1915 (cf. Pascher).
- 48) *Tetraspora lacustris* Lemm. Ende Juni 52 selten. So auch bei Schlenker 1923. Stark eutroph, sehr selten n. Teiling 1946. Vorw. limnophil, jedoch nur β -eutroph nach Krieger 1927.

c) Protococcales

- 49) *Acanthosphaera Zachariasi* Lemm. Mai-Aug. 52 und 53 nicht selten!

- 50) *Actinastrum Hantzschii* Lagerh. Juni-Aug. 52 vereinzelt. Oligosaprob n. Brunnthaler (cf. Pascher) 1915. Helo- und limnophil, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 51) *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs Mai-Okt. 52 u. 53 häufig. Heloplanktisch, α -eutroph n. Krieger 1927. Wärmeliebend n. Rohde 1948; Maximum im Sommer, aber Optimum bei 7,4° C, Auftreten auch Dez.-April (?) bei Findenegg 1943. Mit der typischen Form.
- 52) *Ankistrodesmus falcatus var. mirabile* W. u. G. West
- 53) *Ankistrodesmus Falcula* Brunnth. Nur wenige Male im Juli 1952 gefunden.
- 54) *Ankistrodesmus lacustris* Ostenfd. April-Aug. nicht selten.
- 55) *Ankistrodesmus spiralis* Lemm. Juni-Nov. 52, wieder ab März 53 vereinzelt.
- *) *Characium ambiguum* Hermann Mai, Juni selten, epiphytisch.
- *) *Characium graciliceps* F. d. Lambert Mai, Juni selten, epiphytisch.
- *) *Characium limneticum* Lemm. Mai, Juni selten, epizoisch.
- *) *Characium spec.* Verschiedene Arten, Mai-Sept., Nov. 52, Febr. 53, April-August 53 nicht häufig.
- *) *Chlorella vulgaris* Beyerinck Ganzjährig im Plankton, eingeschwemmt.
- 56) *Chodatella subsalsa* Lemm. Nur zweimal beobachtet, erratisch. Selten auch nach Brunnthaler (cf. Pascher) 1915.
- 57) *Coelastrum microporum* Näg. April-Okt. mäßig häufig; heloplanktisch, oligotroph- γ -eutroph n. Krieger 1927.
- 58) *Coelastrum proboscideum* Bohlin Mai-August vereinzelt. Selten bei Schlenker 1923; Oligotroph nach Krieger 1927.
- 59) *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn Mai-August vereinzelt. Vorwiegend limnoplanktisch, β -eutroph n. Krieger 1927.
- 60) *Crucigenia fenestrata* Schmidle Juni-Nov. 1952, wieder ab Juni 1953. Früher nur aus Schlesien und Italien bekannt.
- 61) *Crucigenia rectangularis* Gay Juni-Anf. Dez. 52, ab April 53 recht häufig, Maximum im Juni. Vorwiegend heloplanktisch, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 62) *Crucigenia Tetrapedia* W. u. G. West Mai-Okt. 52 u. 53 vereinzelt.
- 63) *Crucigenia triangularis* Chod. Gelegentlich im Sommerplankton, selten. Vorw. heloplanktisch, β -eutroph nach Krieger 1927.

- 64) *Dictyosphaerium Ehrenbergi-anum* Näg. Mai-Anf. Okt. häufig. Vorw. limnophil nach Krieger 1927. β -mesosaprob nach Kolkwitz und Marsson. Mit voriger Art, aber viel seltener.
- 65) *Dictyosphaerium reniforme* Bulnheim
- 66) *Dimorphococcus lunatus* A. Br. Juni-Aug. sehr zerstreut. Oligosaprob nach Brunnthaler (cf. Pascher) 1915. Nur am 3. 8. 1952 beobachtet, erratisch. Zerstreut auch n. Brunnthaler (cf. Pascher) 1915.
- 67) *Kirchneriella gracillima* Bohlin Juli-Aug. 52 u. 53 zerstreut. Heloplanktisch n. Brunnthaler; heloplanktisch, β - α -eutroph n. Krieger 1927.
- 68) *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Moebius Mai-Anf. Okt. Häufigste K.-Art.
- 69) *Kirchneriella obesa* (W. West) Schmidle Juni-Sept., selten.
- 70) *Lagerheimia genevensis* var. *subglobosa* Chodat
- 71) *Oocystis geminata* Näg. Nur am 28. 6. 52, erratisch.
- 72) *Oocystis Naegeli* A. Braun Juni/Juli vereinzelt. Vorwiegend limnoplanktisch, β -eutroph n. Krieger 1927.
- 73) *Oocystis natans* Wille Nur einmal beobachtet, erratisch.
- 74) *Oocystis solitaria* Wittrock Juli, selten. Vorwiegend limnophil, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 75) *Oocystis spec.* Nicht sicher zu bestimmende Arten, Mai-Okt. häufig, Nov.-April sehr vereinzelt.
- Pediastrum* Sehr häufig im Sommerplankton. Arten gehen oft ineinander über (cf. Brunnthaler 1915 S. 90; Schlenker 1923).
- 76) *Pediastrum angulosum* Menengh. Mai-Aug. häufig, Sept.-Dez. u. März-April selten, jedoch vorhanden.
- 77) *Pediastrum angulosum* var. *araneosum* Racib. f. *brevicornis* Mit der typ. Art zusammen.
- 78) *Pediastrum angulosum* var. *laevigatum* Racib. Mit der typ. Art zusammen.
- 79) *Pediastrum biradiatum* var. *longecornutum* Gutw. Mai-Okt. vereinzelt. Vorw. benthon-tisch, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 80) *Pediastrum Boryanum* Menengh. April-Nov. (Juni/Aug. sehr häufig).
- 81) *Pediastrum Boryanum* v. *granulatum* A. Br. Mit der typ. Form zusammen.
- 82) *Pediastrum Boryanum* v. *longicorne* Reinsch Mit der typ. Form zusammen.
- 83) *Pediastrum constrictum* Hasall Mai-Juli, nicht selten (im Gegensatz zu Brunnthaler (cf. Pascher) 1915)
- 84) *Pediastrum duplex* Mayen April-Okt. häufig, Nov.-März vereinzelt, Juni/Juli sehr häufig. Vorwiegend limnophil, β -eutroph n. Krieger 1927.

- 85) *Pediastrum duplex* var. *cornutum* Racib. Nur am 4. 9. 52 beobachtet.
- 86) *Pediastrum duplex* var. *clathratum* A. Br. Sehr häufig mit der typ. Form. Schweb borsten an den Zellenden deutlich. Schröter 1897 will je 1 Borste, Zacharias 1898 5-6 „starre Fäden“ gesehen haben. Im Pascher'schen Bestimmungswerk sind keine Borsten abgebildet. An unseren Exemplaren wurden 1 oder 2 Borsten je Zellfortsatz beobachtet, niemals mehr Vereinzelt mit der typ. Form.
- 87) *Pediastrum duplex* var. *microporum* A. Br. Vereinzelt mit der typ. Form.
- 88) *Pediastrum duplex* var. *recurvatum* A. Br. Sehr häufig mit der typ. Form.
- 89) *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* Lagerh. Selten mit der typ. Form.
- 90) *Pediastrum duplex* var. *subgranulatum* Rac. August vereinzelt.
- 91) *Pediastrum muticum* var. *brevicorne* Racib. August vereinzelt.
- 92) *Pediastrum muticum* var. *inerme* Racib. Juni/Juli vereinzelt. Unter d. Eis Dez. 52 2 Exemplare mit roter Membran beobachtet.
- 93) *Pediastrum muticum* var. *longicorne* Racib. Häufig, Mai-Sept. Außerordentlich variabel.
- 94) *Pediastrum tetras* Ralfs Mit der typ. Form.
- 95) *Pediastrum tetras* var. *excisum* Rbh. Aug.-Sept. vereinzelt. Stark β -mesosaprob n. Utermöhl 1925.
- 96) *Richteriella botrydioides* Lemm. Mai-Okt. häufig. Oft nicht von *Sc. obliquus* zu trennen. β -mesosaprob nach Liebm ann, sowie n. Kolkwitz u. Marsson.
- 97) *Scenedesmus accuminatus* Chod. Nur am 19. 5. 52 gefunden, erratisch.
- 98) *Scenedesmus antennatus* Bréb. April-Okt. 52 sehr häufig, Nov.-Jan. selten, ab Mai 53 wieder häufig. Vorwiegend heloplanktisch, β -eutroph n. Krieger 1927.
- 99) *Scenedesmus bijugatus* Kütz. f. *seriatus* Chodat Wie vorige Form.
- 100) *Scenedesmus bijugatus* Kütz. f. *alternans* Hansg. Wie vorige Form.
- 101) *Scenedesmus bijugatus* Kütz. f. *disciformis* Chod. Aug.-Okt. sehr vereinzelt, erratisch, aus Afrika und Rumänien bekannt nach Brunnthaler (cf. Pascher) 1915.
- 102) *Scenedesmus bijugatus* Kütz. f. *granulata* Schmidle Nur am 28. 5. u. 4. 6. 52, wohl erratisch. Selten auch bei Schlenker 1923.
- 103) *Scenedesmus Hystrix* Lagerh.

- 104) *Scenedesmus obliquus* Kütz. Häufig, oft nicht von *Sc. accuminatus* zu trennen! Vorwiegend benthontisch, β - α -eutroph nach Krieger 1927.
- 105) *Scenedesmus quadricauda* Bréb.
(= *f. typicus* W. u. G. West) Sehr häufig April-Okt., auch im Winter aber seltener. Hohe ccm Zahlen nur bei Polytrophie nach Utermöhl 1925. Optimum an Phosphat wird nie erreicht (Rohde 1948). Vorw. heloplanktisch, α -eutroph nach Krieger 1927. β -mesosaprob nach Liebmann sowie Kolkwitz u. Marsson.
Mit der typ. Form.
- 106) *Scenedesmus quadricauda f. abundans* Kirchner
- 107) *Selenastrum Bibrainum* Reinsch Juni-Aug. 52 u. 53 mäßig häufig, β -mesosaprob n. Liebmann, Kolkwitz und Marsson. Vorw. heloplanktisch, β -eutroph nach Krieger 1927.
- 108) *Selenastrum gracile* Reinsch Juni-Aug. nicht häufig.
- 109) *Sorastrum spinulosum* Näg. Nur am 26. 6. u. 10. 7. 53, erratisch.
- 110) *Tetraedron caudatum* Hansg. Mai-Aug. spärlich, auch im Febr. 53 vereinzelt. Vorwiegend benthontisch, β -eutroph nach Krieger 1927.
Wie die typ. Art, jedoch seltener.
- 111) *Tetraedron caudatum*
var. incisum Lagerh.
- 112) *Tetraedron cruciatum* W. u. G. S. West Mai-Aug. nicht häufig.
- 113) *Tetraedron enorme* Hansg. Mai-Aug. nicht selten.
- 114) *Tetraedron limneticum* Borge Mai-Aug. vereinzelt. Vorw. limnophil, β -eutroph nach Krieger 1927.
Vereinzelt April-Okt.
- 115) *Tetraedron minimum* Hansg.
f. tetralobatum Reinsch
- 116) *Tetraedron minimum f. apiculatum* Reinsch Vereinzelt April-Okt.
- 117) *Tetraedron muticum* Hansg. April-Aug. mäßig häufig.
- 118) *Tetraedron regulare* Kütz. Juni-Aug. vereinzelt.
- 119) *Tetraedron regulare var. pachydermum* Reinsch Wie d. typ. Form.
- 120) *Tetraedron trigonum* Hansg. Mai-Aug. häufig. Vorw. benthontisch, β - α -eutroph nach Krieger 1927.
Nur am 13. 5. 52, erratisch. Selten auch bei Schlenker 1923.
- 121) *Tetrastrum apiculatum* Schmidle Mai-Aug. ständig in geringer Menge. Auch im März 53 vereinzelt.
Im Gegensatz zur Abb. im Pascher'schen Bestimmungswerk hatte die Form im Dechsendorfer Weiher meist fast ganz gerade Borsten.
- 122) *Tetrastrum cf. heteracanthum* Chodat März 53 vereinzelt, April-August nicht selten.
- 123) *Tetrastrum multisetum* Chodat

- 135) *Mallomonas akromonas* Ruttner Jan.-April 53 vereinzelt. Jan. 54 häufig. Fast nur in den quant. Proben vorhanden. Nur alpin n. Pascher 1913. Kaltstenotherm n. Ruttner 1940. Utermöhl 1925 fand Maximum im Februar.
- 136) *Mallomonas caudata* Iwanoff Okt.-Nov. 52, selten. In oligotrophen Teichen nach Huber-Pestalozzi 1941. Okt./Nov. mäßig häufig.
- 137) *Mallomonas fastigata* Zach.
- 138) *Mallomonas producta* Iwanoff Im Herbst und Frühjahr vereinzelt.
- 139) *Mallomonas Schwemmleri* Glénk (1956) Frühjahrsform, kaltstenotherm. Nach der Eisschmelze Anf. März 1953 (6. 3. 53) in riesiger Menge vorhanden. Biosestonfärbung hervorrufend. Ab Ende April 53 wieder verschwunden (Encystierung vorher beobachtbar). Vgl. S. 98.
- 140) *Mallomonas spec.* Nicht eindeutig bestimmbare Arten. Alle *M.-Spec.* vorwiegend limnoplanktisch, oligosaprob- γ -eutroph nach Krieger 1927, oligosaprob nach Kolkwitz und Marsson. Nur *M. caudata* oligosaprob (?) n. Liebmann.
- 141) *Synura uvella* Ehrenbg. Fast das ganze Jahr, außer im Juli/Aug. Maximum im April u. Okt. Helophil nach Utermöhl 1925, dagegen mehr limnoplanktisch nach Krieger 1927. β -mesosaprob nach Liebmann, Kolkwitz und Marsson. Im Dechsend. Weiher optimale Temp. unter 12°C. Nach Jürgensen im Main bes. im Winter (Jürgensen 1935).
- 142) *Uroglena americana* Chalk. April/Mai 52 sehr häufig, Sept.-Nov. 52 vereinzelt, Mai 53 selten. Oft nicht zu trennen von *U. volvox*. Vorwiegend limmophil n. Krieger 1927.
- 143) *Uroglena volvox* Ehrenbg. Wie vorige Art, jedoch seltener. Helo- und limnophil, β -eutroph n. Krieger 1927, Temp.-Optimum 11,5°C n. Findenegg 1943.

b) Cryptomonadinae

- 144) *Cryptomonas erosa* Ehrenbg. Sommer 52 vereinzelt, ab Sept. 52 bis Jan. 53 häufig, März-Mai zahlreich. Selten im Netzplankton, stets in Röhrenentnahmen. α -mesosaprob nach Liebmann, Kolkwitz und Marsson. In verschmutztem Was-

- ser reichlich n. Utermöhl 1925 u. 1935. Maximum Mai und Sept. bei Findenegg 1943, dagegen Maximum im Winter bei Gessner 1942 u. 1953. Sommerform bei Weimann 1934. Eurytherm nach Huber-Pestalozzi 1950.
- Wie vorige Form, oft schwer zu trennen (vgl. Utermöhl 1925 S. 397). Mit der typischen Form.
- 145) *Cryptomonas ovata* Ehrenbg.
- 146) *Cryptomonas ovata v. curvata* Lemm.
- c) *Eugleninae*
- *) *Colacium arbuscula* Stein
- *) *Colacium vesiculosum* Ehrenbg.
- 147) *Euglena acus* Ehrenbg.
- 148) *Euglena fusca* (Klebs) Lemm.
- 149) *Euglena viridis* Ehrenbg.
- 150) *Euglena spec.*
- 151) *Lepinocinctis ovum* Lemm.
- 152) *Phacus cf. acuminatus* Stokes
- 153) *Phacus hispidula* Lemm.
- 154) *Phacus longicauda* Dujard.
- 155) *Phacus pleuronectes* Dujard.
- 156) *Phacus orbicularis* Hübn.
- 157) *Trachelomonas armata* Stein
- 158) *Trachelomonas hispida* Stein
- 159) *Trachelomonas cf. intermedia* Dang.
- 160) *Trachelomonas oblonga* Lemm.
- 161) *Trachelomonas volvocina* Ehrenbg.
- Nur am 31. 7. 52 gefunden, epizoisch. April-Aug. vereinzelt, passiver Plankter.
- April-Sept. häufig, Okt. vereinzelt. Juni-Sept. vereinzelt, Katharob-oligosaprob nach Lemmermann (cf. Pascher) 1913.
- Ganzjährig, im Sommer häufig, im Winter selten. Polysaprob (bei Massenveg.) nach Liebmann, Kolkwitz und Marsson.
- Nicht bestimmbare Arten, ganzjährig. Nur im Juni u. Aug. 52 erratisch.
- Nur am 25. 5. 52, erratisch.
- Juni-Aug. 52 u. 53, nicht häufig. Katharob (?) nach Lemmermann (cf. Pascher) 1913.
- Mai-Okt. mäßig zahlreich, im Winter selten, doch vorhanden.
- Auftreten wie vorige Art. Verträgt viel Eisen nach Uspenski 1927.
- Nur dreimal im Juni 52, erratisch.
- Perennierend, Sommer nicht selten, im Winter vereinzelt.
- Juni/Juli 53 nicht häufig.
- Mai-Aug. vereinzelt.
- Perennierend, Juli-Sept. sehr häufig, sonst seltener. Mit dem Netz nur unvollständig erbeutbar.
- Sehr häufiger Plankter, bes. in den quantitativen Proben. Maximum Aug./Sept. In Netzfängen nur sehr vereinzelt. β - α -mesosaprob n. Utermöhl 1925, Indikator f. hohen Eisengehalt n. Utermöhl 1935 u. Uspenski 1927.

d) Peridineae

- 162) *Ceratium hirundinella* O. Fr. M. Mitte April-Aug. relativ häufig, bes. im Netzplankton, Sept./Okt. noch vereinzelt, dann fehlend. Sommerform auch nach Schilling (cf. Pascher) 1913, Findenegg 1943, Huber-Pest. 1950. Bei Gessner 1953 dagegen auch im Winter. Oligosaprob nach Kolkwitz und Marsson. β -eutroph, vorw. limnopl. n. Krieger 1927.
- 163) *Diplopsalis acuta* Entz fil. April-Juni 53 sehr vereinzelt. Nur in stärker eutrophen Gewässern in größerer Menge n. Utermöhl 1925.
- 164) *Glenodinium pulvisculus* Stein Mai-Sept. sehr vereinzelt.
- 165) *Glenodinium uliginosum* Schilling Nur am 29. 5. 52, erratisch.
- 166) *Glenodinium spec.* Nicht bestimmbar. Vereinzelt im Sommer. β -mesosaprob n. Kolkwitz und Marsson.
- 167) *Gymnodinium paradoxum* Schill. Nur am 4. 6. 52, erratisch.
- 168) *Gymnodinium spec.* Nicht identifizierbare Arten, vereinzelt im Sommer.
- 169) *Peridinium aciculiferum* Lemm. Jan.-März 1953, Maximum 3. 1. 53. Winterform auch nach Utermöhl 1925, Gessner 1953.
- 170) *Peridinium cinctum* Ehrenbg. April-Sept. 52 häufig, abnehmend bis Jan. 53, wieder ab März 53. Warmwasserform nach Utermöhl 1925.
- 171) *Peridinium marchicum* Lemm. Mai-Aug. relativ häufig.
- 172) *Peridinium tabulatum* Clap. et Bachm. Wie *P. cinctum*, aber seltener.
- 173) *Peridinium Willei* Huitf.-Kaas Mai-Sept. vereinzelt. Temp.-Optimum bei 10,5° C nach Findenegg 1943. Alle *P.*-Spec. oligosaprob n. Kolkwitz u. Marsson.

D) Diatomeae (nur euplanktische)

- 174) *Asterionella formosa* Hasall Fast das ganze Jahr, Maximum Nov. 52 u. Juli 53. Recht häufig. β -mesosaprob nach Liebmann, Kolkwitz u. Marsson. In Alpenseen oligotherm, sonst eurytherm nach Ruttner 1940. N- u. P-eurytroph n. Utermöhl 1925. Mehr als 50 mg/l Phosphat wirkt hemmend nach Rohde 1948.
- 175) *Diatoma vulgare* Bory Ganzjährig, im Frühjahr häufig. Wohl aus d. Litoral stammend, jedoch stets im Pelagial anzutreffen. β -mesosaprob nach Liebmann.

- 176) *Fragillaria capucina* Desm. Ganzjährig, im Herbst und Winter häufig.
Mit der typ. Form.
- 177) *Fragillaria capucina* var. *lanceolata* Grun.
- 178) *Fragillaria capucina* var. *mesolepta* Grun. Mit der typ. Form.
- 179) *Fragillaria virescens* Ralfs Mäßig häufig.
- 180) *Melosira spec.* Nur im Aug. 53, vermutlich eingeschleppt, erratisch! Meidet seichte Gewässer, da kaltstenotherm n. Rohde 1948.
- 181) *Synedra acus* Kütz. Ständig vereinzelt, im Sommer häufiger, Max. 20. 6. 52.
- 182) *Synedra acus* var. *angustissima* Grun. Sehr häufig m. d. typ. Form.
- 183) *Synedra acus* var. *radians* (Kütz.) Hust. Vereinzelt mit der typ. Form.
- 184) *Synedra ulna* v. *danica* (Kütz.) Grun. Mit *S. acus* zusammen, sehr vereinzelt.
- 185) *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. Häufig im Sommer und Frühjahr. β -mesosaprob nach Liebmann, Kolkwitz und Marsson.

E) Heterokontae

- 186) *Botryococcus Braunii* Kütz. April-Sept. mäßig häufig. Optimum bei 12,7° nach Findenegg 1943.
- 187) *Ophiocythium capitatum* f. *typica* Heering Ende April-Sept. vereinzelt. Warmwasserform n. Utermöhl 1925.
- 188) *Ophiocythium capitatum* f. *longispina* Lemm. Mit der typischen Form zusammen.
- 189) *Tribonema spec.* Sehr dünnfädige Art. Vermutlich zum Formenkreis von *Tr. minus* Hazen gehörig (cf. Panknin 1941). Im Sommer mäßig häufig.

F) Conjugatae

a) Desmidiaceae

- 190) *Arthrodesmus convergens* Kütz. März-April selten, Mai-Sept. häufiger. Vorwiegend im Litoral.
- 191) *Closterium acutum* Lyngb. Perennierend, Sommer häufiger, Winter selten.
- 192) *Closterium Kützingii* Bréb. März/April 53 bes. im Litoral.
- 193) *Closterium parvulum* Näg. April-Aug. ständig in ger. Menge. β -mesosaprob nach Liebmann.
- 194) *Closterium Venus* Kützing Juli-Sept. vereinzelt.
- 195) *Closterium spec.* Nicht sicher identifizierbare Arten, April-Aug. ziemlich häufig im Plankton.
- 196) *Cosmarium Braunii* Reinsch Juni-Aug. vereinzelt.

- 197) *Cosmarium constrictum* Delp. Ende Mai-Aug. nicht selten.
 198) *Cosmarium reniforme* Ralfs April-Aug. mäßig häufig, bes. im Litoral.
 199) *Cosmarium Scenedesmus* Delp. April-August selten. Oft schwer von *C. constr.* zu unterscheiden.
 200) *Cosmarium suborbiculare* Wood Nur am 26. 6. 52, erratisch.
 201) *Cosmarium protractum* Nägeli 6. 8. 52 u. 27. 3. 53, wohl eingeschleppt, erratisch.
 202) *Cosmarium spec.* Nicht sicher zu bestimmende Arten. März-Dez. im Plankton.
 203) *Desmidium Swartzii* Agardh März-Nov. vereinzelt, nur Juni/Juli häufiger. Meist kürzere, vom Aufwuchs abgerissene Fadenstücke.
 204) *Euastrum cuneatum* Jenn. Juni-Aug. selten.
 205) *Euastrum verrucosum* Ehrenbg. Juni-Aug. vereinzelt.
 206) *Euastrum spec.* Nicht sicher abzugrenzende Arten. Im Sommer vereinzelt. Auftreten bis höchstens $P_H = 7,0$, Optimum bei $P_H = 5,9$ n. Gistl 1931. Oligosaprob wie fast alle Desmidiaceen nach Kolkwitz und Marsson.
 207) *Holacanthum fasciculatum* April-Aug. vereinzelt.
 Ehrenberg
 208) *Hyalotheca dissilens* Smith März-April vereinzelt, Mai-Aug. etwas häufiger. Auftreten bei $P_H = 5,9-7,0$ nach Gistl 1931.
 209) *Micrasterias cf. americana* April-Aug. vereinzelt, häufiger im Litoral.
 (Ehrenberg) Ralfs
 210) *Micrasterias cf. americana* Nur am 1. 8. 53. Erratisch.
 var. *Boldii* Gutw.
 211) *Penium navicula* Bréb. Nur am 11. 6. 52. Erratisch.
 212) *Pleurotaenium Ehrenbergii* Nur am 11. 6. 52. Erratisch.
 213) *Pleurotaenium trabecula* Mai-Aug. 52 vereinzelt.
 Ehrenberg
 214) *Sphaerosoma vertebratum* Ralfs Mai-Juni 53, sehr vereinzelt.
 215) *Spirotaenia spec.* Nicht bestimmbare Art, nur am 2. 6. 53, erratisch.
 216) *Staurastrum glabrum* Ralfs Juli-Aug. vereinzelt.
 217) *Staurastrum gracile* Ralfs Mai-Okt. mäßig häufig, sonst vereinzelt. Mit *Cosmarium spec.* und *Closterium spec.* zusammen häufigste Desmidiacee des Dechsendorfer Weihers. Unsicher abgegrenzt von *St. paradoxum* n. Teiling 1946, vielleicht auch dieses vorhanden. β -mesosaprob bis oligosaprob n. Kolkwitz u. Marsson. Optimum bei $14,6^\circ C$ (?) n. Findenegg 1943.
 218) *Staurastrum papillosum* Kirchn. Nur am 9. 6. 52. Erratisch. Selten auch b. Schlenker 1923.
 219) *Staurastrum sexangulare* Rbh. April-Aug. nicht selten.
 220) *Staurastrum spec.* Nicht bestimmbar, gelegentlich im Sommer.

b) Zygnemaceae

221) *Mougeotia spec.*

Versch. Arten. Nicht bestimmt, da nicht fruktifizierend angetroffen. Einzelne Fadenstücke fast stets im Plankton. Dickfädige Arten β -mesosaprob n. Kolkwitz u. Marsson. Im Frühjahr zahlreiche Watten im Pelagial. Einzelfäden ganzjährig zerstreut zu finden. 3 Artengruppen:

*) *Spirogyra spec.*

- 1) Fäden mit Ringfalte
- 2) Fäden mit Ringfalte u. Doppelspirale v. Chromatophoren.
- 3) Fäden ohne Ringfalte.

Arten nicht bestimmt, da keine Fruktifikation. Offenbar kein genügend großer N-Mangel (vgl. Benecke 1908).

222) *Zygnema spec.*

April-Aug. vereinzelt zwischen *Spirogyrawatten*.

G) Anhang: Nebenher festgestellte benthontische Arten und Zooplankter

a) Chlorophyceae

1) Ulotrichales

(1) *Chaetophora incrassata* Hazen

1. 10. 52 an treibendem Stück v. *Scirpus lacustris*. Von Bock, O., 1951 für den Zechsee erwähnt.

(2) *Coleochaete scutata* Bréb.

Sept. 52 an einem Holzpfeiler in der SW-Ecke des Weihers.

(3) *Gloeotila mucosa* Kütz.

6. 3. 53. Am Ausfluß.

(4) *Stigeoclonium longipilum* Kütz.

Mehrfach im Juni 52 und April 53 im SW-litoral.

(5) *Stigeoclonium spec.*

Nicht sicher bestimmbar, häufig im Frühjahr an *Phragmites comm.*

(6) *Ulothrix zonata* Kützing

Sommer 1952, Frühjahr 53 häufig in *Spirogyra*-watten. β -mesosaprob n. Kolkw. und Marsson, oligosaprob n. Liebmann.

2) Oedogoniales

(7) *Oedogonium spec.*

Arten nicht bestimmt, da nicht in Fruktifikation angetroffen. Häufig an Pfählen und in *Spirogyra*-watten. Im Winter bes. an den eisfreien Stellen vor dem Ausfluß.

3) Siphonocladiales

(8) *Cladophora glomerata* Kützing

An der südlichen Ufermauer und dem Ausfluß. Nicht häufig.

4) Siphonales

(9) *Vaucheria aversa* Hasall

Nur im Winter auf dem Sandgrund vor dem Ausfluß in dichten Räschen. Fruktifikation im Febr./März. Von Bock, O., bei Sendelbach/Ufr. gefunden.

b) Diatomeae (Grund- und Aufwuchsformen)

(freundlicherweise bestimmt von Herrn M. Kreß, Fürth/Bay.)

Die Formen stammen aus 4 Proben:

1. Probe: 3. 1. 53 (A) Sandgrund vor dem Ausfluß.
2. Probe: 4. 3. 53 (B) Sandgrund vor dem Ausfluß.
3. Probe: 13. 3. 53 (C) Aufwuchs an *Scirpus lacustris*.
4. Probe: 21. 12. 53 (D) *Vaucheria*-Rasen vor d. Ausfluß.

- | | |
|---|--|
| (10) <i>Achnanthes hungarica</i> Grun. | (A) vereinzelt. |
| (11) <i>Achnanthes microcephala</i> Kütz. | (B) vereinzelt. |
| (12) <i>Achnanthes minutissima</i> Kütz. | (C) vereinzelt. |
| (13) <i>Ceratoneis arcus</i> Kütz. | (D) sehr häufig. |
| (14) <i>Ceratoneis arcus</i>
v. <i>amphioxys</i> Rbh. | (C) sehr vereinzelt. |
| (15) <i>Ceratoneis arcus</i>
v. <i>linearis</i> Holmboe | (C) sehr vereinzelt. |
| (16) <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenbg. | (B) selten, (C) und (D) zieml. häufig. |
| (17) <i>Cymbella cistula</i> (Hempr.) Grun. | (A) vereinzelt. |
| (18) <i>Cymbella gracilis</i> (Rbh.) Cleve | (C) vereinzelt. |
| (19) <i>Cymbella sinuata</i> Greg. | (C) vereinzelt. |
| (20) <i>Cymbella turgida</i> (Greg.) Cleve | (A), (C) und (D) vereinzelt. |
| (21) <i>Cymbella ventricosa</i> Kütz. | (C) vereinzelt. In Franken selten. |
| (22) <i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.)
Heiberg | (C) sehr häufig. Vorw. nordisch-alpine Art nach Hustedt 1930 (cf. Pacher). |
| (23) <i>Diatoma hiemale</i> v. <i>mesodon</i>
(Ehrenbg.) Grun. | (C) sehr häufig. |
| (24) <i>Eunotia lunaris</i> (Ehrenbg.)
Grun. | (A) häufig, (B) und (C) zieml. häufig. |
| (25) <i>Eunotia pectinalis</i> v. <i>undulata</i>
(Ralfs) Rbh. | (B) vereinzelt. |
| (26) <i>Fragillaria brevistriata</i> Grun. | (A) und (B) vereinzelt. Gelegentlich auch pelagisch. |
| (27) <i>Fragillaria construens</i>
(Ehrenbg.) Grun. | (D) ziemlich häufig. |
| (28) <i>Frustulia vulgaris</i> Thwaites | (C) und (D) ziemlich häufig. |
| (29) <i>Gomphonema acuminatum</i>
Ehrenbg. | (A) ziemlich häufig, (B) selten,
(C) vereinzelt, (D) häufig. |
| (30) <i>Gomphonema constrictum</i>
Ehrenbg. | (A) vereinzelt. |
| (31) <i>Gomphonema gracile</i>
Ehrenbg. | (A) und (D) vereinzelt, (B) selten. |
| (32) <i>Gomphonema intricatum</i> Kütz. | (C) vereinzelt. |

- | | |
|--|--|
| (33) <i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Grun. | (A) und (B) vereinzelt, (C) ziemlich häufig, (D) häufig. |
| (34) <i>Gomphonema parvulum</i> v. <i>micropus</i> (Kütz.) Cleve | (A) vereinzelt, (D) häufig. |
| (35) <i>Gomphonema ventricosum</i> Greg. | (C) vereinzelt. |
| (36) <i>Navicula cryptocephala</i> Kütz. | (C) vereinzelt. |
| (37) <i>Navicula radiosa</i> Kütz. | (A) und (D) häufig, (C) sehr häufig, (B) selten. |
| (38) <i>Neidium affine</i> (Ehrenbg.) Cleve | (C) sehr vereinzelt. |
| (39) <i>Neidium iridis</i> (Ehrenbg.) Cleve | (C) sehr vereinzelt. |
| (40) <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith | (D) ziemlich häufig. |
| (41) <i>Pinnularia borealis</i> Ehrenbg. | (C) vereinzelt. |
| (42) <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenbg. | (A) und (C) vereinzelt. |
| (43) <i>Stauroneis phoenicentron</i> Ehrenbg. | (C) sehr vereinzelt. |
| (44) <i>Surirella linearis</i> W. Smith | (D) vereinzelt. |
| (45) <i>Surirella ovata</i> Kütz. | (A) vereinzelt. |
| (46) <i>Surirella robusta</i> var. <i>splendida</i> (Ehrenbg.) v. Heurck | 28.3.53 in Netzfang häufig, vom Grund aufgewirbelt. |
| (47) <i>Synedra pulchella</i> Kütz. | (A) und (B) vereinzelt. |
| (48) <i>Synedra rumpens</i> Kütz. | (A), (B) und (D) vereinzelt. |
| (49) <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenbg. | (A) massenhaft, (B) sehr häufig, (C) vereinzelt, (D) häufig. |
| (50) <i>Synedra ulna</i> var. <i>aequalis</i> (Kütz.) Hust. | (B) vereinzelt. |
| (51) <i>Synedra ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kütz.) | (A) sehr häufig, (B) ziemlich häufig, (D) vereinzelt. |
| (52) <i>Synedra Vaucheriae</i> Kütz. | (A), (B) und (C) vereinzelt. |
| (53) <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz. | (A) sehr häufig, (B) häufig. |

Bei eingehenderer Bearbeitung würden sich besonders unter Einbeziehung echter Grundproben von anderen Stellen des Weihers noch weit mehr Formen auffinden lassen.

Während der Beobachtungszeit wurden also insgesamt gefunden:

Planktische Formen	222
(davon mehr limnophil nach K r i e g e r 1927 etwa 30; nur erratisch ca. 25)	
Im Pelagial gefundene nicht plankt. Formen	13
also insgesamt im Pelagial gefundene Algen .	235
Litoral- und benthontische Formen	53
Beobachtete Algen im gesamten Weiher . . .	288

c) Zooplankter

1) Rotatoria

(Bei der Bestimmung unterstützte mich dankenswerterweise Herr cand. rer. nat. Ficker vom Zool. Institut Erlangen)

- | | |
|--|--|
| (1) <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse | Während d. ganzen Jahres vereinzelt. |
| (2) <i>Brachionus spec.</i> | Nicht sicher bestimmbare Arten. Nur
Frühjahr—Herbst, nicht zahlreich. |
| (3) <i>Conochilus unicornis</i> Rouss. | Im Sommer vereinzelt. |
| (4) <i>Filinia longiseta</i> Ehrenbg.
Syn. <i>Triarthra longiseta</i> | Ganzjährig sehr vereinzelt, Aug.-Okt.
häufiger. |
| (5) <i>Keratella aculeata</i> Ehrenbg.
Syn. <i>Anuraea quadrata</i> | Ganzjährig vereinzelt, im Frühjahr u.
Herbst häufig. |
| (6) <i>Keratella cochlearis</i> Gosse | Ganzjährig häufig. Frühjahr u. Herbst
(bis Nov.) sehr häufig. |
| (7) <i>Pedalia spec.</i> | Wohl <i>P. mira</i> Huds., jedoch nicht sicher.
Herbst 52 häufig, sonst nicht beobachtet. |
| (8) <i>Polyarthra platyptera</i> Ehrenbg. | Herbst und Frühjahr sehr häufig. Neben
<i>Keratella cochl.</i> häufigstes Rota-
tor im Dechsendorfer Weiher. |
| (9) <i>Synchaeta kitina</i> Rouss. (?) | Nur im Frühjahr und Herbst verein-
zelt. |
| (10) <i>Synchaeta pectinata</i> | Selten. |
| (11) <i>Trichocerca spec.</i> | Ganzjährig, im Herbst und Frühjahr
mäßig häufig. |

2) Crustacea (nur die häufigsten aufgeführt)

- | | |
|--|---|
| (1) <i>Bosmina longirostris (typica)</i>
O. F. M. | Okt.-Jan. häufig, im Sommer verein-
zelt. |
| (2) <i>Ceriodaphnia spec.</i> | Nur gelegentlich im Frühjahr und
Sommer. |
| (3) <i>Daphnia pulex</i> De Geer | Max. März/April und Sept./Okt. Im
Sommer mäßig häufig, im Winter ver-
einzelt bis fehlend. |
| (4) <i>Daphnia longispina</i> O. F. M. | |
| (5) <i>Daphnia longispina var. cucullata</i>
G. O. Sars | |
| (6) <i>Leptodora kindtii</i> Focke | Nur im Juni/Juli 53, selten. Vermut-
lich erratisch (Lampert fand diese
mehr eulimnische Form öfters im
ebenfalls sehr seichten Ludwigs-Do-
nau-Main-Kanal, wie ich anhand von
Präparaten, die mir Herr Dr. Dr.
Enslin, Fürth, freundlicherweise über-
ließ, feststellen konnte. |
| (7) <i>Cyclops div. spec.</i> | Dez.-Apr., auch unter Eis sehr häufig. |
| (8) <i>Diaptomus spec.</i> | Vereinzelt. |

3) Protozoa

Rhizopoden:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| (1) <i>Arcella vulgaris</i> Ehrenbg. | Im Sommer vereinzelt. |
| (2) <i>Diffugia elegans</i> Penard | Frühjahr und Sommer häufig. |

Ciliaten:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| (3) <i>Chilodonella uncinata</i> Ehrenbg. | Im Sommer vereinzelt. |
| (4) <i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein | Frühjahr und Herbst mäßig häufig. |
| (5) <i>Vorticella</i> div. spec. | Mäßig häufig im Juni. |

V. Diskussion

1. Vergleich der Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Planktonuntersuchung mit den Ergebnissen anderer Autoren

Wie einleitend bereits ausgeführt wurde, können die Resultate vorliegender Arbeit nicht mit den Planktonverhältnissen irgendwelcher anderer Gewässer unseres Gebietes verglichen werden. Letztere sind bis heute fast vollständig unbekannt (vgl. S. 59). Es seien daher Arbeiten über Gewässer verschiedener anderer Gegenden zum Vergleich herangezogen. Die Auswahl mußte bei der Fülle der Literatur mehr oder weniger willkürlich erfolgen.

Im Dechsendorfer Weiher wurden, wie gezeigt, im Pelagial während $1\frac{1}{3}$ Jahren 235 verschiedene Mikrophyten festgestellt. Davon waren allerdings ungefähr 25 erratisch und etwa 15 nicht planktisch. Die pelagische Gemeinschaft setzt sich somit mindestens aus 195 Arten und Variationen⁹⁾ zusammen, welche im Jahresverlauf auftreten. Das Plankton unseres Teiches ist also sehr artenreich.

Zacharias, einer der ersten Forscher, welche neben dem Plankton der Seen auch das der Teiche untersuchten, erwähnt für das „Heleoplankton“ rund 100 typische Arten (Zacharias 1898 a, 1899), wobei auch das Zooplankton mitberücksichtigt ist. In Seen werden im allgemeinen weit weniger Arten gefunden. Es wurden angegeben für mehr eutrophe Seen:

von Lemmermann 1895 für den Großen Plönersee

etwa 60 pelagische Spec.

Wesenberg-Lund 1904 für versch. dänische Seen

etwa je 45 pelagische Spec.

(z. B. für Julsø 60 Spec., Furesø 45 Sp., Haldsø 36 Sp. u. a. m.)

9) Diese Zahl stellt einen Minimalwert dar; wie aus dem Verzeichnis auf S. 109 ersichtlich, waren nicht in allen Fällen sichere Artbestimmungen möglich. Unter der Bezeichnung spec. verbergen sich dann oft mehrere Arten.

- L a k o w i t z 1934 für drei kleine westpreuß. Seen
 etwa je 20 pelagische Spec.
 V e t t e r 1937 für den Schleinsee/Langenargen
 etwa 50 pelagische Spec.
 G e b n e r 1949 für den Weßlingsee/Obb.
 etwa 43 pelagische Spec.
 B o c k , O. und W. 1953 Freigerichtsee b. Aschaffenburg
 etwa 40 pelagische Spec.

Die mitaufgeführten benthontischen Formen, bes. Diatomeen, sind hier nicht mitgezählt (falls sie von den Autoren in die Planktonlisten einbezogen waren, wurden sie vor Angabe obiger Zahlen eliminiert ¹⁰⁾).

In mehr oligotrophen Seen fand man eine etwa gleichstarke qualitative Entfaltung bei selbstverständlich geringerer Volksdichte:

- L o z é r o n 1902 im Zürichsee (meso-oligotroph ¹¹⁾
 etwa 40 pelagische Spec.
 B a c h m a n n 1911 im Vierwaldstätter See (oligotr. ¹¹⁾
 etwa 57 pelagische Spec.
 K a i s e r und S c h e f f e l t 1925 im Chiemsee (meso-oligotr. ¹¹⁾
 etwa 76 pelagische Spec.
 D i m i t z 1938 im Attersee (oligotroph ¹¹⁾
 etwa 36 pelagische Spec.
 B o c k , O. 1951 im Zechsee/Aschaffenburg (oligotroph?)
 (kein Plankton ¹²⁾
 Für den dystrophen Federsee gibt S c h l e n k e r 1923
 110 Spec. an.

Das Potamoplankton weist ähnliche Artenzahlen auf wie die Seen: z. B. beobachtete de C i l l e u l s 1929 im Loiregebiet etwa 60 pelagische Arten, J ü r g e n s e n 1935 im Main bei Würzburg rund 70.

In Teichen könnte man mit einem größeren Formenreichtum rechnen, jedoch ist Voraussetzung für das Auffinden desselben längere und intensive Beobachtung. So fand L a m p e r t 1907 im

10) Z. B. geben O. u. W. B o c k in ihrer Veröffentlichung 1953 224 Formen für das Plankton an. Dabei sind aber allein 203 Diatomeen, deren Masse aus Grund- und Aufwuchsformen besteht. Es geht nicht an, Formenkreise wie *Pinnularia spec.* oder *Navicula spec.* als „planktisch“ zu bezeichnen!

11) nach N a u m a n n 1932.

12) Es ist schwer vorstellbar, daß ein Gewässer unserer Breiten im Juli (26. 7. 42) keinerlei Plankton „außer einigen leeren Dinobryonhüllen“ enthalten soll, obwohl das Benthos gut entwickelt ist.

Dutzendteich bei Nürnberg nur 20 Spec., K i c k 1931 bei zweijähriger Untersuchung in einem Fischweiher im Rißgebiet dagegen 90 Arten. Leider sind vielen Arbeiten über das Teichplankton keine Artenlisten beigelegt, so daß sie hier nicht verglichen werden können (U t e r m ö h l 1935, W e i m a n n 1936 a und b; u. a.)

Jedenfalls läßt sich bereits anhand der angeführten Beispiele erkennen, daß das Plankton des Dechsendorfer Weihers ganz außerordentlich reich an Arten ist. Wie ausdrücklich betont werden muß, dürfte sich aber in anderen Kleingewässern bei intensiverer Untersuchung eine ähnlich große Formenfülle auffinden lassen. Es darf nicht verwundern, daß bei alleiniger Anwendung des Planktonnetzes, wie dies bei den älteren Arbeiten durchwegs, bei jüngeren leider allzu oft der Fall war, stets eine geringe Formenzahl resultiert (vgl. S. 66).

Mitbedingt wird der außerordentlich große Artenbestand an planktischen Algen im untersuchten Weiher durch dessen Größe. Das mindestens 25—30 ha große und zwei Meter tiefe Teichpelagial kann, wie einleitend erwähnt, auch eulimnischen Formen teilweise angemessene Lebensbedingungen bieten. Unter den gefundenen Planktern sind ungefähr 30 nach den Ausführungen K r i e g e r s 1927 als mehr limnophil zu werten (vgl. Verzeichnis der gefundenen Algenarten).

Ein weiterer Grund für den Formenreichtum an Phytoplanktern ist die gewässerreiche Umgebung. Von allen Teichen des Aischgrundes her können durch Wasservögel und Wasserinsekten Arten besonders des Nannoplanktons eingeschleppt werden (vgl. M i g u l a 1888/89, N a u m a n n 1926 b). An eutrophen Gewässern Schwedens hat E k m a n n eine spezifisch dort brütende Vogelfauna beobachtet. Es ist interessant festzustellen, daß fast alle der als typisch angeführten 9 Arten (E k m a n n 1942 S. 744) auch im Litoral unseres Weihers brüten (nach frdl. Mitteilung von Herrn Dr. M. Kraus, Zoolog. Institut, Erlangen):

Knäckente (*Aanas querquedula*) Brutvogel in wenigen Exemplaren, sehr häufiger Durchzügler;

Löffelente (*Spatula clypeata*) nicht zahlreich;

Tafelente (*Aythya ferina*) in mehreren Paaren brütend, beim Durchzug bis zu 100 Stück;

Lachmöve (*Larus ridibundus*) von Frühjahr bis Herbst zahlreich;

Haubentaucher (*Podiceps cristatus*) in wenigen Paaren brütend, im Herbst und Frühjahr als Durchzügler häufig;

Wasserralle (*Rallus aquaticus*) häufiger Brutvogel;

Bläßhuhn (*Fulica atra*) sehr häufiger Brutvogel und Durchzügler;

Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) sehr häufiger Brutvogel;
Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*) Brutvogel in wenigen Paa-
ren, auch Durchzügler.

Besonders im Frühjahr und Herbst fallen im Gebiet oft riesige Mengen durchziehender Vögel ein. Der Herbstzug tritt artenmäßig und quantitativ hinter dem Frühjahrszug zurück. Daß dieser Vogelreichtum nicht ohne Auswirkung auf die Planktonverbreitung bleibt, liegt auf der Hand.

Die von N a u m a n n 1926 b weiterhin diskutierte Verbreitung des Mikroplanktons durch strömendes Wasser spielt für den Dechsenderdorfer Weiher eine untergeordnete Rolle, da die Durchströmung, wie S. 62 erwähnt, sehr gering ist. Lediglich im Herbst und zeitenweise im Winter und Frühjahr (vgl. S. 65, 90, 94) bestehen größere Möglichkeiten für die Einschwemmung von Planktern aus dem Oberen Bischofsweiher und dem übrigen Einzugsgebiet.

Wie im Abschnitt IV, B, 2 gezeigt (S. 107), ist für den qualitativen Reichtum des Planktons in unserem Teich in erster Linie die Gruppe der Protococcalen (= Chlorococcalen) verantwortlich. T h u n m a r k 1945 hat eine Methode ausgearbeitet, die auf Grund der Chlorococcalen- und Desmidiaceenartenbestände bei voller sommerlicher Entfaltung Rückschlüsse auf die Trophielage eines Gewässers gestattet. Bei beiden Gruppen teilt er in folgende Stufen ein (1945, S. 41):

extrem artenreich	= mehr als	25 Arten im Plankton
sehr artenreich	=	16—25 Arten im Plankton
mäßig artenreich	=	11—15 Arten im Plankton
mäßig artenarm	=	6—10 Arten im Plankton
sehr artenarm	=	1— 5 Arten im Plankton
artenfrei	=	0 Arten im Plankton.

In unserem Fall würden die Protococcalen in den Monaten Mai bis Oktober in die Stufe „extrem artenreich“ einzuordnen sein (vgl. Tab. 2), die Desmidiaceen wären dagegen von März bis Mai und im September als „mäßig artenreich“, von Juni bis August als „sehr artenreich“ zu bezeichnen (betr. Desmidiaceen vgl. Conjugaten der Tab. 2. Die drei nicht zu den Desmidiaceen gehörigen in Tab. 2 miteingeschlossenen Gattungen *Spirogyra*, *Zygnema* und *Mougeotia* fallen nicht ins Gewicht, da ihre Arten nicht bestimmt wurden und somit jede Gattung als nur 1 spec. gezählt worden ist).

Das Wesentliche an Thunmark's „Chlorococcal-Desmidial-System der trophischen Plankton-

charakteristik“ ist nun die Tatsache, daß die taxonomische Gruppe der Protococcalen als Ganzes gesehen höhere ernährungsphysiologische Ansprüche stellt als die systematische Gruppe der Desmidiaceen. Errechnet man daher den Quotienten Chlorococcalenartenzahl : Desmidiaceenartenzahl, so kann man aus seinem numerischen Wert die Trophiebedingungen des Milieus erschließen. Bei verschiedenen schwedischen Seen ergaben sich folgende Werte:

5—14	= hohe Trophielage
1,0—2,7 und mehr	= niedere Eutrophie
unter 1	= Oligotrophie.

Hierbei muß berücksichtigt werden, daß der numerische Wert des Quotienten bis zu einem gewissen Grade von der angewendeten Fangtechnik abhängig ist. In quantitativen Proben wird er zugunsten der Protococcalen verschoben, d. h. höher ausfallen. Außerdem scheint das Thunmark'sche System nicht in allen Ländern anwendbar zu sein, z. B. trifft es für finnische Seen nicht zu (Järnefelt 1952). Für nord- und süddeutsche Gewässer müßte diese Frage noch nachgeprüft werden. Vorbehaltlich dieser Einwände erhält man für unseren Weiher folgende Quotienten:

Mai:	38 : 15 = 2,5	August:	41 : 18 = 2,3
Juni:	45 : 19 = 2,4	Sept.:	33 : 12 = 2,7.
Juli:	42 : 19 = 2,2		

Der Dechsendorfer Weiher zeigt demnach eine, wenn auch nicht allzu große, so doch deutliche Eutrophie. Wie erkennbar, steigt diese im September auf ihren höchsten Wert an. Das würde mit den auf andere Weise erzielten Ergebnissen (vgl. S. 105) recht gut übereinstimmen. Es wäre wünschenswert, die Thunmark'sche Methode recht bald an anderen deutschen Gewässern auf ihre regionale Gültigkeit hin zu prüfen.

Was die *quantitativen Ergebnisse* anbelangt, so liegen die gezählten Werte für die Volksdichten im Dechsendorfer Weiher außerordentlich niedrig. In der Limnologie ist es üblich, die Werte für das Nannoplankton auf das Kubikzentimeter als Einheit zu beziehen (vgl. Utermöhl 1925, Weimann 1934, 1935 a, 1936 a und b; u. a. m.). Bei vorliegender Arbeit war es jedoch angebracht, das Liter als Volumeneinheit zu wählen. Weimann 1936 a fand in geringwertigen schlesischen Karpenteichen, die klares Wasser führten, immerhin sommerliche Protococcalenwerte von 100—1000 Einheiten pro ccm, während die im Dechsendorfer Weiher ermittelten Zahlen nur bei rund 80—150

pro ccm für diese Gruppe liegen. Daß hieran in gewissem Grade die angewendete Methode der Planktonuntersuchung schuld ist, soll nicht gänzlich abgestritten werden: handelt es sich bei ihr doch durchaus nicht um ein besonders kompendiöses Verfahren. Jedoch dürften die dadurch verursachten Planktonverluste nur gering sein ¹³⁾. Vielmehr ist anzunehmen, daß die erreichten sommerlichen Planktondichten eben tatsächlich nur sehr klein sind. Gründe hierfür wären die relativ niedrige Eutrophielage des Weihers sowie die Störungen durch den Badebetrieb (vgl. S. 84).

Für die im Vergleich zu anderen Flachgewässern geringe Eutrophie sind die geologischen Verhältnisse verantwortlich. Der hohe Eisen- und Mangangehalt des einströmenden Wassers kann bei gleichzeitigem Kalkmangel Stickstoff- und Phosphoroligotrophie hervorrufen (vgl. Ohle 1935, Weimann 1939). Eisen und Mangan sind bei einer über dem Neutralpunkt liegenden aktuellen Reaktion des Wassers weitgehend als Hydroxydsole und nicht als freie Ionen gelöst. Diese Sole adsorbieren nun Stickstoff- und Phosphorverbindungen, wodurch diese Stoffe vollkommen ins Minimum gedrängt werden. Bei höherem Ca-Gehalt dagegen werden die Sole als Gele gefällt und ihre Adsorptionskraft durch den Überschuß an CaO abgesättigt, weshalb dann Stickstoff- und Phosphorverbindungen für die Pflanzen verfügbar bleiben (aus diesem Grunde werden auch Fischteiche gekalkt!).

Wie in nicht stärker eutrophen Gewässern die außerordentlich geringen Phosphat- und Nitratmengen überhaupt eine beständig neu sich vollziehende Planktonbildung bewirken können, schien früher fast unerklärlich. Die bakteriellen Abbauprozesse, die den organisch gebundenen Phosphor und Stickstoff wieder mineralisieren und damit für die Pflanzen verwertbar machen, verlaufen nämlich ziemlich langsam. Beim Zellaufbau wird aber Phosphor für sämtliche Proteine und Proteide unbedingt benötigt. Steiner, M. 1938 nimmt daher für den Kreislauf organisch gebundene Phosphorsäure $\rightleftharpoons$ anorganisches Phosphat in Gewässern eine sehr große Flüssigkeit an, welche durch planktoneigene Enzyme (postmortal aktivierte Phosphatasen der Zelle) bedingt sein soll. Etwas ähnliches dürfte auch für den Stickstoffkreislauf zutreffen.

13) Die Werte für das *Mallomonas*-Maximum im März 1953 (vgl. S. 98) lagen ja mit 6800 Zellen/ccm trotz Anwendung der gleichen Methode durchaus in der bei der limnologischen Forschung bisher festgestellten Konzentration.

2. Einordnung des Dechsendorfer Weihers in verschiedene Gewässersysteme auf Grund des Untersuchungsergebnisses

Der planktologische und trophische Charakter unseres Teiches ist auf Grund des Gesamtergebnisses klar zu erkennen. Es fragt sich nun, ob es gelingt, eine Einordnung in die von anderen Autoren aufgestellten Gewässereinteilungen vorzunehmen.

Eine Systematik der stehenden Binnengewässer wurde schon vielfach von verschiedenen Seiten versucht (vgl. Thienemann 1922, 1925; Naumann 1925, 1927, 1929 b, 1932; Wunder 1935 a; Weimann 1942 u. a.). Für die Einordnung von Flachgewässern muß man selbstverständlich die speziell für sie ausgearbeiteten Systeme heranziehen.

Der wohl erste Versuch einer Teichtypologie stammt von Naumann 1925. Er untersuchte längere Zeit hindurch das Phytoplankton der Fischteiche bei Åneboda/Schweden und unterschied zwischen niedrigem und höherem Naturtypus resp. Kulturtypus (vgl. auch Naumann 1914). Dieses System ist jedoch auf die speziellen Bedingungen der dortigen Gegend bezogen. Eine 1929 b folgende Veröffentlichung Naumann's, welche als Grundlegung zu einer Teichtypenlehre aufzufassen ist, hat nur programmatischen Charakter.

Die Arbeiten Wunder's über schlesische Fischteiche kommen hier mehr in Betracht. Ausgehend von produktionsbiologischer Fragestellung ließ Wunder mehrere Jahre hindurch Düngungsversuche an Teichen durchführen (vgl. Wunder, Utermöhl, Ohle 1935 a, Weimann 1935 b, 1936 a und b, 1939; Ziegelmeyer 1938, 1940). Je nach dem Grade der Düngung ergaben sich dabei drei Teichhaupttypen:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| 1. Klarwasserteiche | = <i>Bosmina-Cyclopsstufe</i> |
| 2. Anabaenateiche | = <i>Cyclops-Daphniastufe</i> |
| 3. Aphanizomenonteiche | = <i>Daphniastufe</i> , |

sowie ein Übergangstyp zwischen 2. und 3.

Der quantitative Planktonstandard steigt von 1. bis 3. stark an, während der qualitative zurückgeht. In fischereilicher Hinsicht sind die Aphanizomenonteiche bei weitem die besten. Sie können durch reichliche Düngung, Kalkung, Entschilfung und winterliche Trockenlegung zur Ausbildung gebracht werden ¹⁴⁾.

14) Die Steigerung des Fischertrags durch Düngung und die Bedeutung des Planktons für die Ernährung der Fische ist schon länger bekannt gewesen (vgl. Stěpán 1931, Černájev 1931). Das Verdienst der Wunder'schen Arbeiten war es aber, genau geklärt zu haben, daß man durch Düngung den Fischertrag auf dem Wege über Phyto- und Zooplankton verbessern kann.

Der Dechsendorfer Weiher gehört den Untersuchungsergebnissen nach eindeutig zum Typus der „Klarwasserteiche“. Das mag zunächst verwundern, da die Sichttiefe während der warmen Jahreszeit außerordentlich niedrig ist. Jedoch muß die geringe Transparenz des Wassers im Sommer nicht auf quantitativ hohe Planktonentwicklung, sondern auf starken Detritusgehalt zurückgeführt werden (vgl. S. 83).

Außerdem herrscht große Formenmannigfaltigkeit des Phytoplanktons. Eine Düngung oder sonstige Bearbeitung, wie man sie allgemein an Fischteichen durchführt, findet fast niemals statt. Der Fischertrag ist entsprechend gering. Er betrug z. B. im Jahre 1952 nur 2500 kg bei 3000 Karpfensetzlingen¹⁵⁾. Damit liegt er nicht viel höher als der bereits im 16. Jahrhundert erzielte: von 1580—1600 ergab sich ein durchschnittlicher Fischzuwachs von 1400—2100 kg jährlich (Besatz 3000 Stück; nach Hofmann 1927, S. 17). Pro ha ist dies ein Zuwachs von $2500 : 40 = 62$ kg. Die Bonitätsstufe des Weihers liegt somit bei geringwertig bis mittelgut (beste Teiche zeigen bis 400 kg Zuwachs pro ha), was wiederum der Stufe der Wunder'schen Klarwasserteiche entspricht.

Man könnte die fischereiliche Güte des Dechsendorfers Weihers durch entsprechende Bearbeitung unter Beachtung moderner Teichdüngungslehren sehr leicht steigern. Jedoch scheinen diesbezügliche Maßnahmen den stark konservativen und häufig übertrieben sparsamen fränkischen Teichwirten nicht angebracht, wie ja auch fast im ganzen übrigen Aischgrund eine veraltete und rückschrittliche Teichwirtschaft angetroffen werden kann (Cnopf 1926). Es erfolgt weder regelmäßige Düngung noch Fütterung und oft herrscht der mittelalterliche Femelbetrieb (verschieden alte Fische im gleichen Teich) vor. Daher sind die finanziellen Erfolge der Fischzucht gering. In den letzten Jahren griff außerdem die Bauchwassersucht der Karpfen stark um sich, so daß immer mehr Teiche aufgelassen werden.

Die oben erwähnte Teicheinteilung Wunder's bezieht sich nur auf Fischteiche während der Zeit der Bespannung. In neuerer Zeit hat Weimann eine eingehendere Gliederung der Flachgewässer ausgearbeitet. Sie beruht auf mehr als zehnjährigen Zählungen des Planktons verschiedenster Teiche und Weiher (Weimann 1942). Die Grundzüge seines Systems seien kurz dargestellt:

15) Im Teich vorhandene Fischarten: Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), Barsch (*Perca fluviatilis* L.), Hecht (*Esox lucius* L.), Schleie (*Tinca vulgaris* Cuv.) und Aal (*Anguilla vulgaris* L.), letzterer selten!

1. **Klarwasserteiche**: oligotroph, Wasser klar. Auch während des Sommers Armut an Phytoplankton. Teiche auf reinem Sandboden, Kalkmangel. *Mallomonas*-Arten vorherrschend.
2. **Chrysomonadenteiche**: mesotroph, Wasser gelbgrün. Chrysomonaden, bes. *Synura uvella*, *Uroglena spec.*, *Dinobryon sp.*, im Sommer zahlreich (bis 30 000/ccm). Seltener Cryptomonaden statt Chrysomonaden vorhanden. Fischereilich minderwertige Gewässer. Protococcalen und Cyanophyceen fehlen fast völlig, ebenso *Daphnia*-Arten.
3. **Übergangsstufen**: teils eutroph, teils mit polytrophem oder saprotrophem Einschlag. Wasser manchmal sehr stark vegetationsgetrübt. Es können unter Verdrängung der ursprünglichen Chrysomonadenvegetation Massenentfaltungen von Protococcalen oder Euglenalen auftreten.
4. **Aphanizomenon- und Scenedesmusteiche**: polytroph, Wasser grün, stark vegetationsgetrübt. Teiche mit künstlicher Düngung oder mit Zufuhr stark mineralisierter Nährstoffe (vgl. die Wundér'schen *Aphanizomenonteiche*). Bei starker Polytrophie zeigt sich u. U. ein für die Fische tödlicher nächtlicher Sauerstoffschwund.
5. **Euglena-Chromulinateiche**: saprotroph, Wasser jauchig, kaffeebraun. *Euglena*-Arten überwiegen. Stark schwefelwasserstoff- und nährstoffhaltig, in extremen Fällen anaërobes Milieu. An Kläranlagen angeschlossene Teiche.
6. **Dystrophe Teiche**: humusreich, Wasser braun. Nur geringes Plankton. Große Sauerstoffzehrung, sowie Stickstoff- und Phosphoradsorption durch Bodenkolloide und Humusstoffe.

Der Weimann'schen Typologie der Flachgewässer liegen also, wie man sieht, neben den planktologischen Charakteristika auch die jeweils herrschenden Sauerstoffverhältnisse zugrunde (wie bei der Seetypenlehre Thienemann's 1925). Infolge der außerordentlichen Astasie und Dynamik der Flachgewässer konnten sie jedoch noch nicht analytisch exakt gemessen werden ¹⁶⁾.

Versucht man den Dechsendorfer Weiher in die Gliederung Weimann's einzuordnen, so muß man sich für den Typus der Übergangsstufen entscheiden, wenn auch die Planktonquantität den Ergebnissen nach weit geringer ist, als die für diesen Typ charakteristische. Im Frühjahr repräsentiert das Plankton unseres Teiches den Chrysomonadentypus (vgl. die Ergebnisse von März bis Mai). Im Sommer tritt, wie gezeigt, eine

¹⁶⁾ Mittels der modernen elektrochemischen Sauerstoffmeßmethode dürfte dieses Problem leichter anzugehen sein (vgl. Trödt, Teske 1953).

Erhöhung der Saprobität hauptsächlich durch den Badebetrieb ein (vgl. S. 84). Die für die Weimann'schen Übergangsstufen typische Protococcalen- und Euglenalenv egetation bedingt unter anderem den Sommeraspekt des Planktons. Zu einer entscheidenden Biosestontrübung des Teichpelagials kommt es allerdings fast niemals. Ob eine solche durch die störenden anthropogenen Einflüsse (mechanische Schädigung der Phytoplankter, vgl. S. 84) verhindert wird, läßt sich vor vergleichender Untersuchung ähnlich beschaffener, aber ungestörter Teiche der näheren Umgebung, etwa des Oberen Bischofsweihers, nicht sicher entscheiden.

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Das Phytoplankton des Dechsendorfer Weihers bei Erlangen wurde im Verlauf von $1\frac{1}{3}$ Jahren (April 1952—Juli 1953) an 134 Tagen qualitativ und quantitativ genau untersucht. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei der Aufklärung der jahreszeitlichen Schwankungen gewidmet.
2. Während der Untersuchungszeit konnten 195 am Aufbau der pelagischen Gemeinschaft beteiligte Algen sowie etwa 25 erratische Formen beobachtet werden. Das Phytoplankton des Teiches zeigt damit einen sehr großen Artenbestand. Die Gesamtzahl der beobachteten Algenformen betrug einschließlich der nebenher festgestellten Grund- und Aufwuchsformen rund 290. Der Artenbestand der häufigeren Zooplankter beläuft sich auf 25.
3. Im Monat März 1953 wurde eine kaltstenotherme *Mallomonas*-Art in großer quantitativer Entfaltung angetroffen, die sich keiner bisher beschriebenen Art zuordnen ließ. Die Form wird als *Mallomonas*, *Schwemmlei* Glenk beschrieben.
4. Im Jahresverlauf der planktischen Vegetation wurden ein *Chrysomonaden*aspekt im Frühjahr, ein sommerlicher *Protococcalen*aspekt sowie ein *Cryptomonaden*aspekt s. l. im Winter festgestellt. Der Aspektwechsel konnte mit Änderung der chemischen, physikalischen und meteorologischen Faktoren in Beziehung gebracht werden.
5. Auf Grund der Planktonuntersuchungen und der Bestimmung einiger chemischer und physikalischer Milieubedingungen gelang es, den trophischen Charakter des teichpelagischen Wassers während der verschiedenen Jahreszeiten festzulegen. Er schwankt von mesotroph im März/April bis mehr eutroph mit saprotrophem Einschlag im Sep-

tember. Im Winter sinkt der Nährstoffstandard in den höheren Wasserschichten stark ab.

6. Die durch Zählung ermittelten Planktondichten liegen ungewöhnlich niedrig. Hierfür konnte z. T. die durch die geologischen Verhältnisse bedingte niedere Eutrophiestufe, z. T. eine Schädigung der Plankter durch intensiven sommerlichen Badebetrieb verantwortlich gemacht werden.

7. Auf Grund des Gesamtergebnisses wurde der Weiher in den Typus der „Übergangsstufen“ der Weimann'schen Flachgewässersgliederung eingeordnet.

8. Die Erscheinung eines während der elektrometrischen Messung inkonstanten P_H -Wertes an eisnahen Wasserschichten konnte durch chemisch-physikalische Gründe erklärt werden. Im Zusammenhang damit wurde die Möglichkeit einer ausschließlich „*abio*gen“ bedingten Alkalinitätsniedrigung höherer Wasserschichten im Winter erörtert.

Erklärungen zu den Figuren 1, 3, 7, 11 und 13:

- a = maximale Lufttemperatur in Erlangen von 2 zu 2 Tagen;
b = minimale Lufttemperatur in Erlangen von 2 zu 2 Tagen;
c = mittlere Temperatur des Teichpelagials im Dechsendorfer Weiher von einem Beobachtungstag zum anderen;
c' in Figur 7 und 11 = Pelagialtemperatur unter Eis (am Grund gemessen).

Erklärungen zu den Figuren 2, 4, 8, 12 und 14:

- | | |
|---|---|
| a = Protococcalen | h = <i>Dinobryon bavaricum</i> |
| b = Cyanophyceen | i = <i>Dinobryon divergens</i> et
<i>cylindricum</i> |
| c = Euglenalen | (in Figur 2 gilt diese Kurve auch
für <i>Dinobryon bavaricum</i>) |
| d = Peridineen | k = Diatomeen |
| e = <i>Ceratium hirundinella</i> | l = Cryptomonaden. |
| f = <i>Uroglena spec.</i> | |
| g = Chrysomonaden
(z. B. <i>Mallomonas spec.</i> ,
<i>Synura uvella</i> et al.) | |

Auf der Abszisse sind die Daten der Beobachtungstage eingetragen. Bei Figur 2 handelt es sich um lineare Kurven, bei den übrigen Figuren um Kugelnkurven (vgl. Lohmann 1908). Bei letzteren sind auf der Ordinate rechts die gezählten Einheiten, links die daraus errechneten Kugelradien abgetragen.

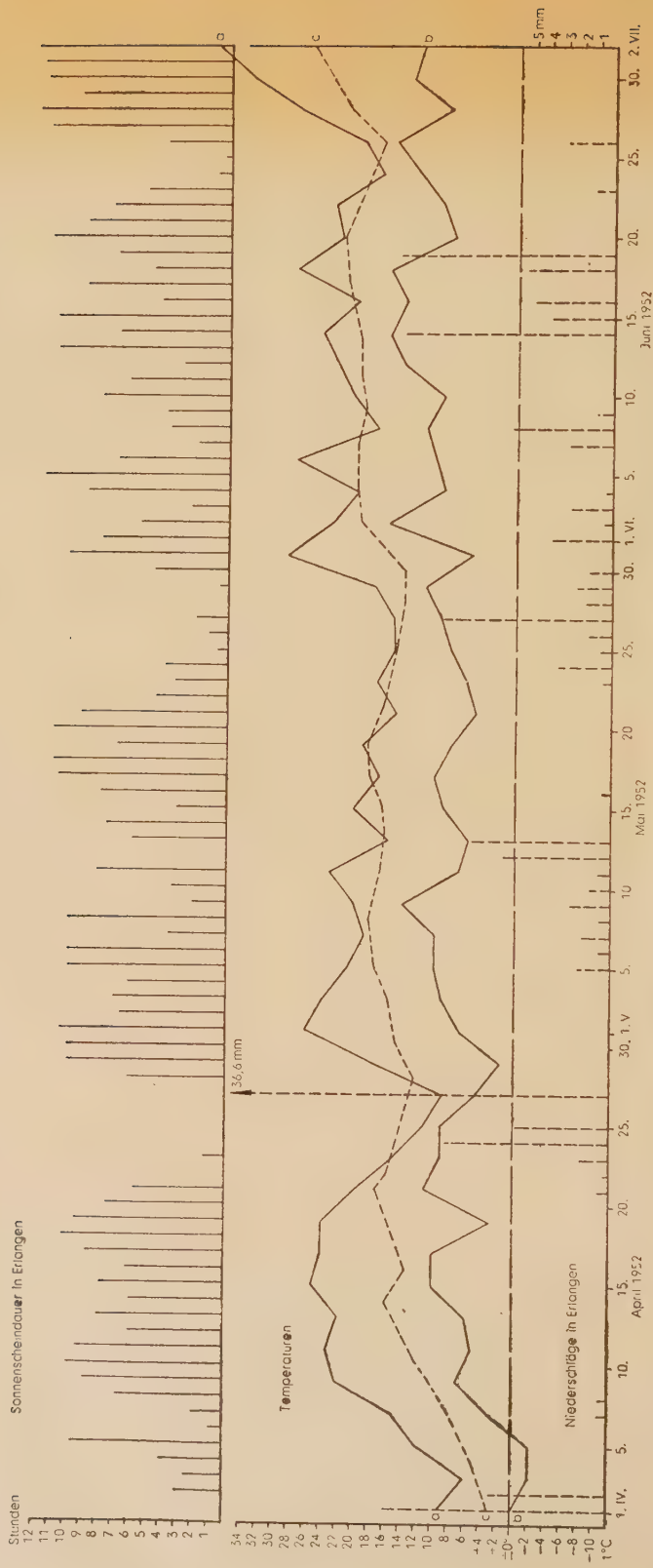
Tabelle 1

Monatliche Durchschnittswerte der Witterung im Vergleich zu den
langjährigen Mittelwerten

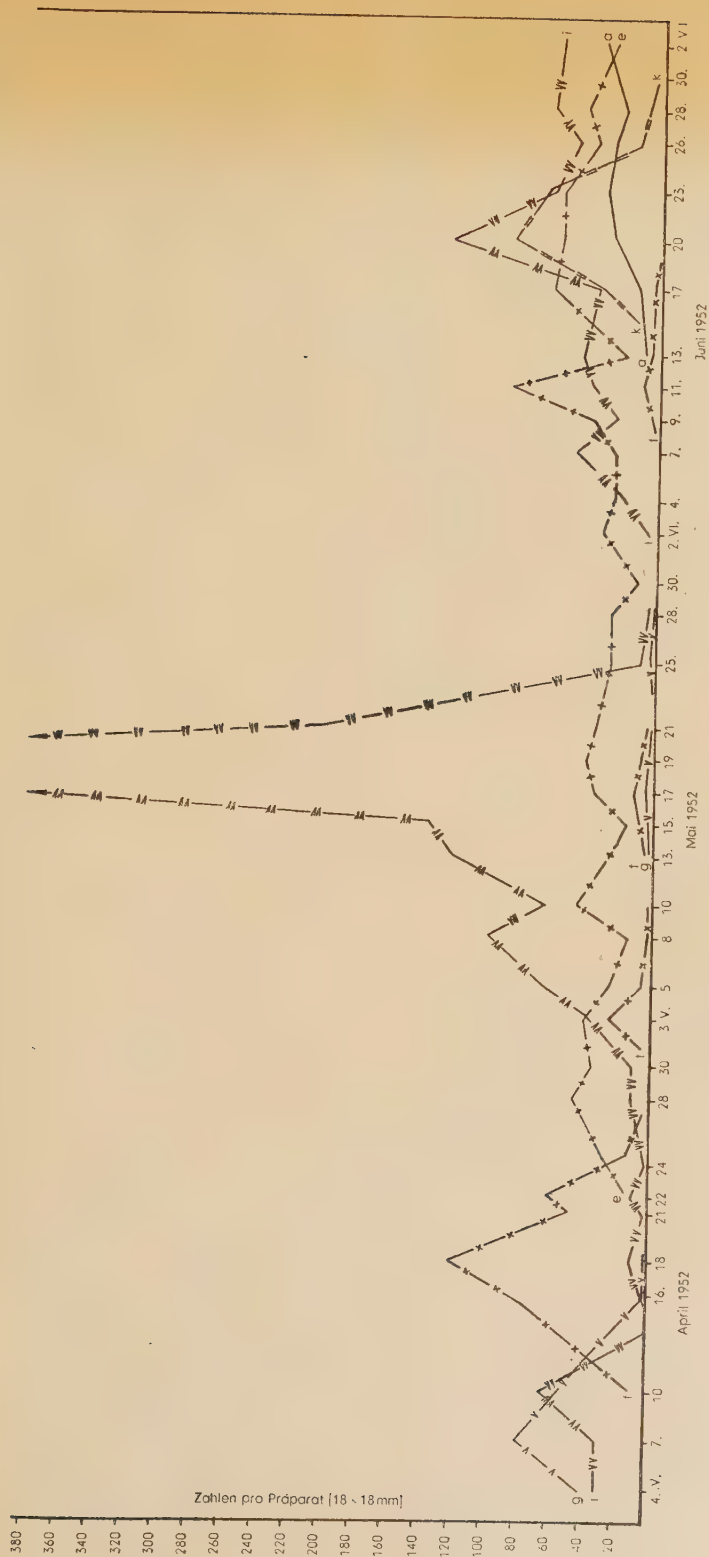
(Nach Beobachtungen der Station Fürth/Bay. 311 m)

(aus „Witterungsberichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone“)

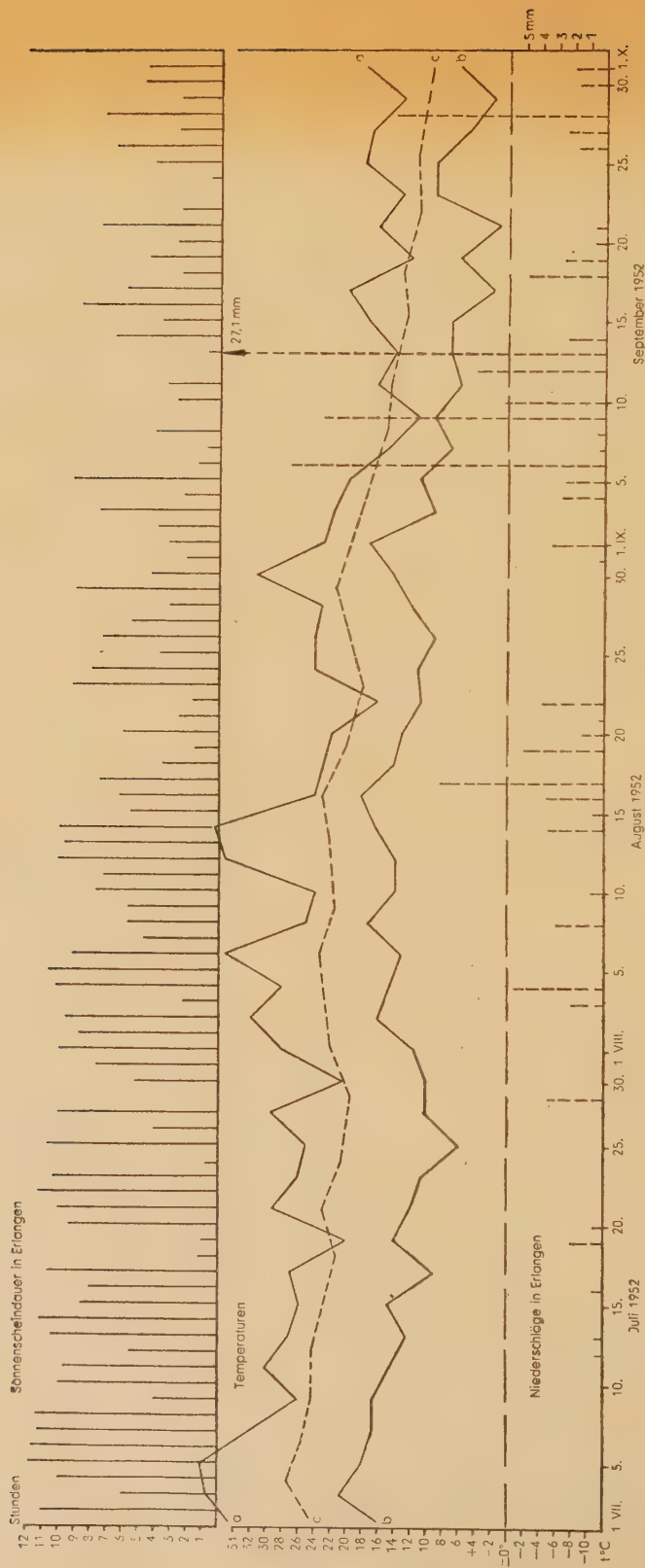
		Lufttemperatur (Mittel)	Abweichu. g v. Normalwert	Niederschlags- menge (mm)	% des Normal- wertes	Sommertage	Frosttage	Eistage	Sonnenschein- stunden	% der astro- nom. möglichen
Jahr 1951		9,0	+ 0,9	557	94	47	98	5	1787	40
Januar	52	0,0	+ 1,3	52	130	—	23	7	26	10
Februar	52	— 1,0	— 1,1	35	113	—	22	5	43	15
März	52	3,5	—	105	300	—	15	0	112	31
April	52	10,7	+ 3,0	65	145	—	5	—	186	45
Mai	52	12,9	+ 0,1	51	43	2	—	—	214	45
Juni	52	16,7	+ 0,7	46	74	8	—	—	220	46
Juli	52	20,9	+ 3,2	10	13	21	—	—	279	57
August	52	19,3	+ 2,6	23	34	15	—	—	233	53
September	52	11,0	— 2,1	87	170	—	—	—	100	27
Oktober	52	7,2	— 0,6	64	156	—	5	—	89	27
November	52	1,8	— 1,4	94	236	—	15	3	51	19
Dezember	52	— 1,5	— 1,5	85	193	—	24	12	32	12
Jahr 1952		8,5	+ 0,4	707	120	46	109	27	1574	35
Januar	53	— 1,6	— 0,3	17	43	—	27	14	22	8
Februar	53	0,0	— 0,1	25	81	—	22	7	83	29
März	53	4,8	+ 1,3	3	9	—	25	—	241	66
April	53	10,0	+ 2,3	46	102	1	2	—	219	53
Mai	53	14,3	+ 1,5	34	61	11	2	—	244	53
Juni	53	16,8	+ 0,8	91	147	10	—	—	183	38
Juli	53	18,4	+ 0,7	98	123	12	—	—	224	46
August	53	17,1	+ 0,4	35	52	13	—	—	280	63
September	53	14,2	+ 1,1	31	61	6	—	—	197	52
Jahr 1953		9,0	+ 0,9	434	73	53	109	24	1928	43



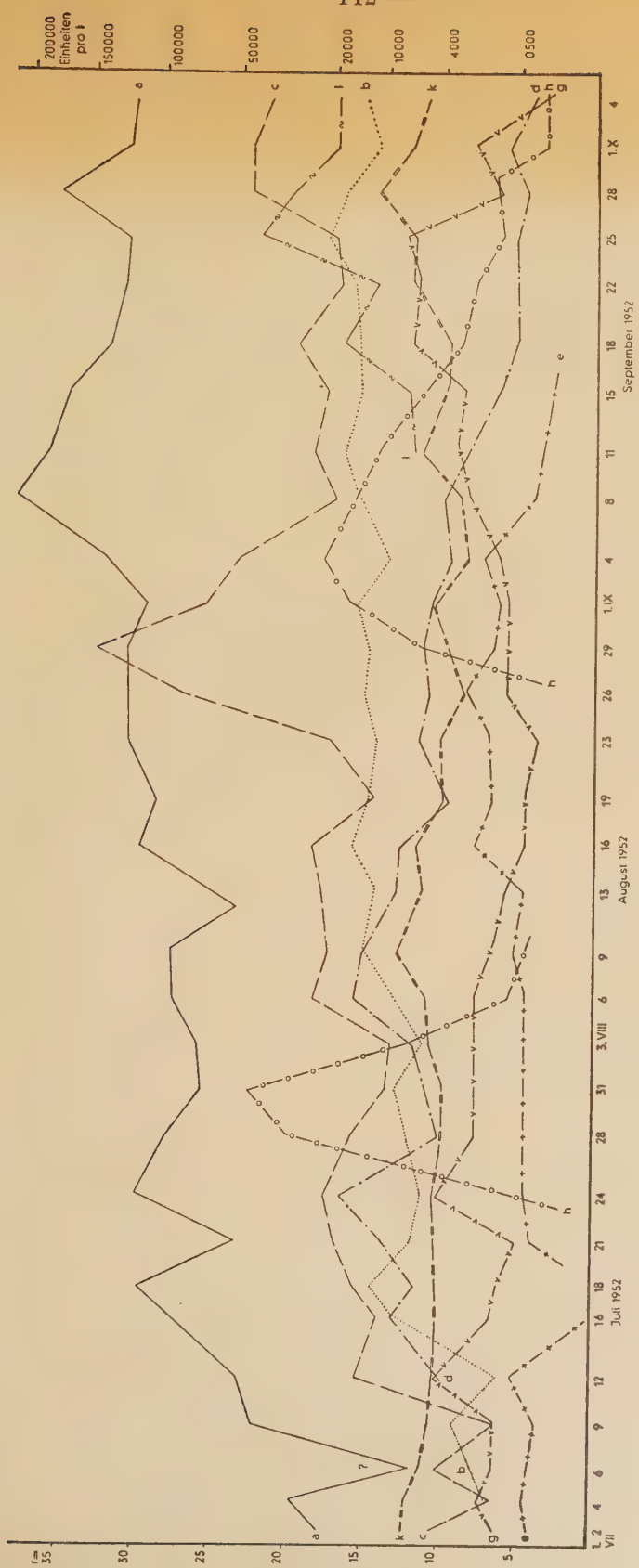
Figur 1: Wetterverlauf und Teichwassertemperatur Frühjahr 1952 (April—Juni)



Figur 2: Populationskurven einiger Netzplankter Frühjahr 1952 (April—Juni)



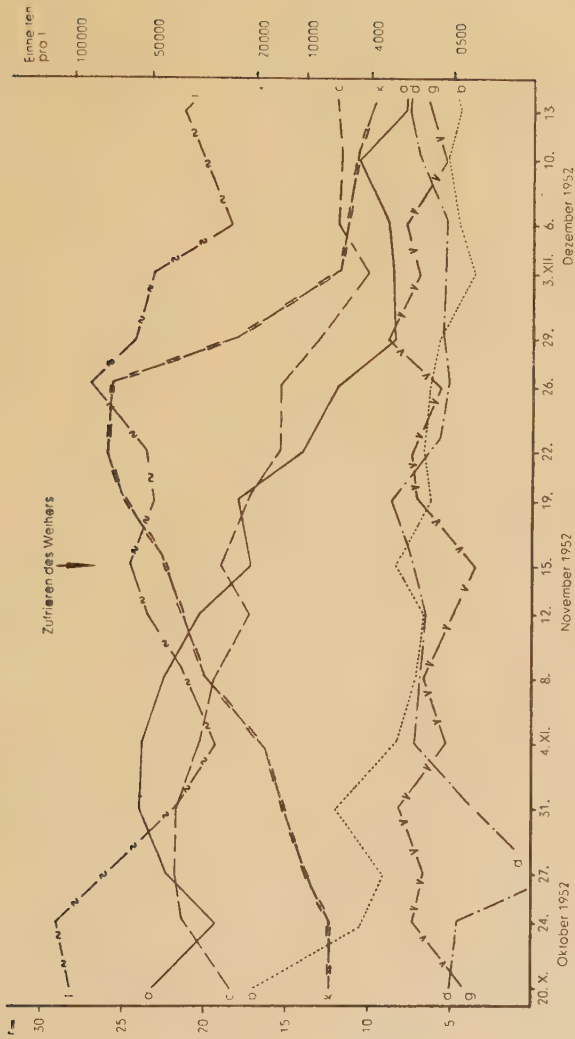
Figur 3: Wetterverlauf und Teichwassertemperatur Sommer 1952 (Juli—September)



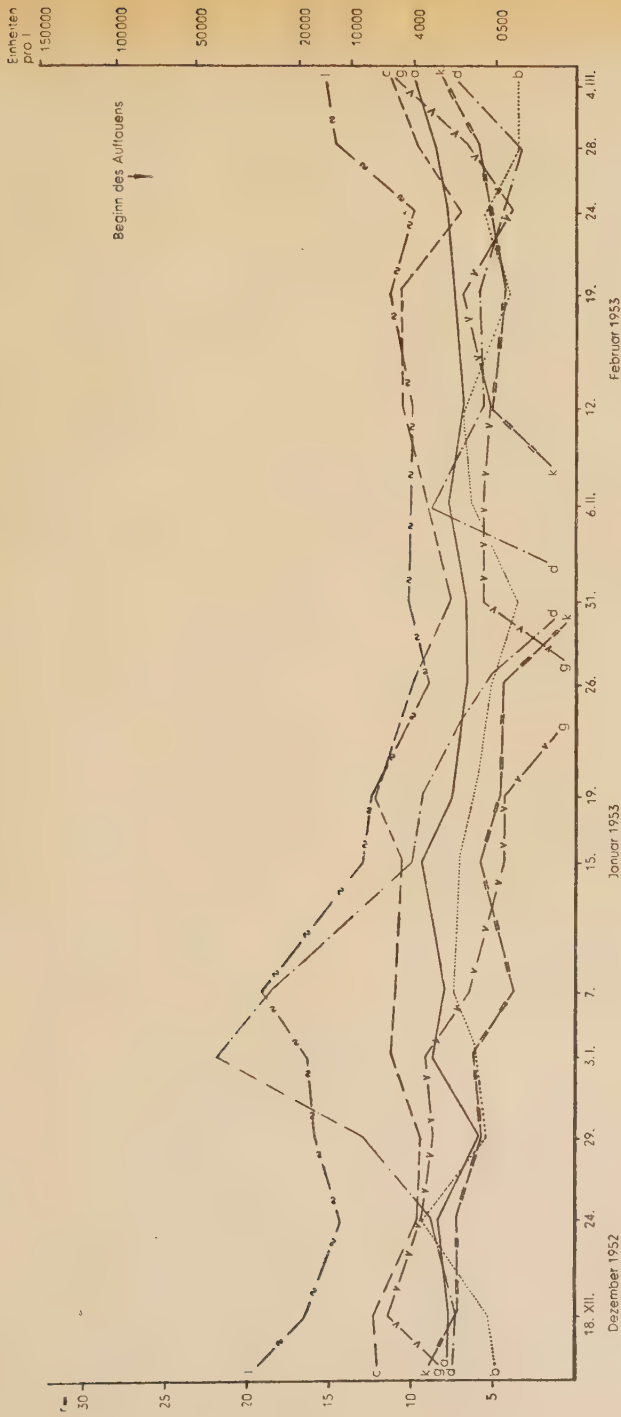
Figur 4: Populationskurven der planktischen Algengruppen (Kugelskurven) Sommer 1952 (Juli-September)



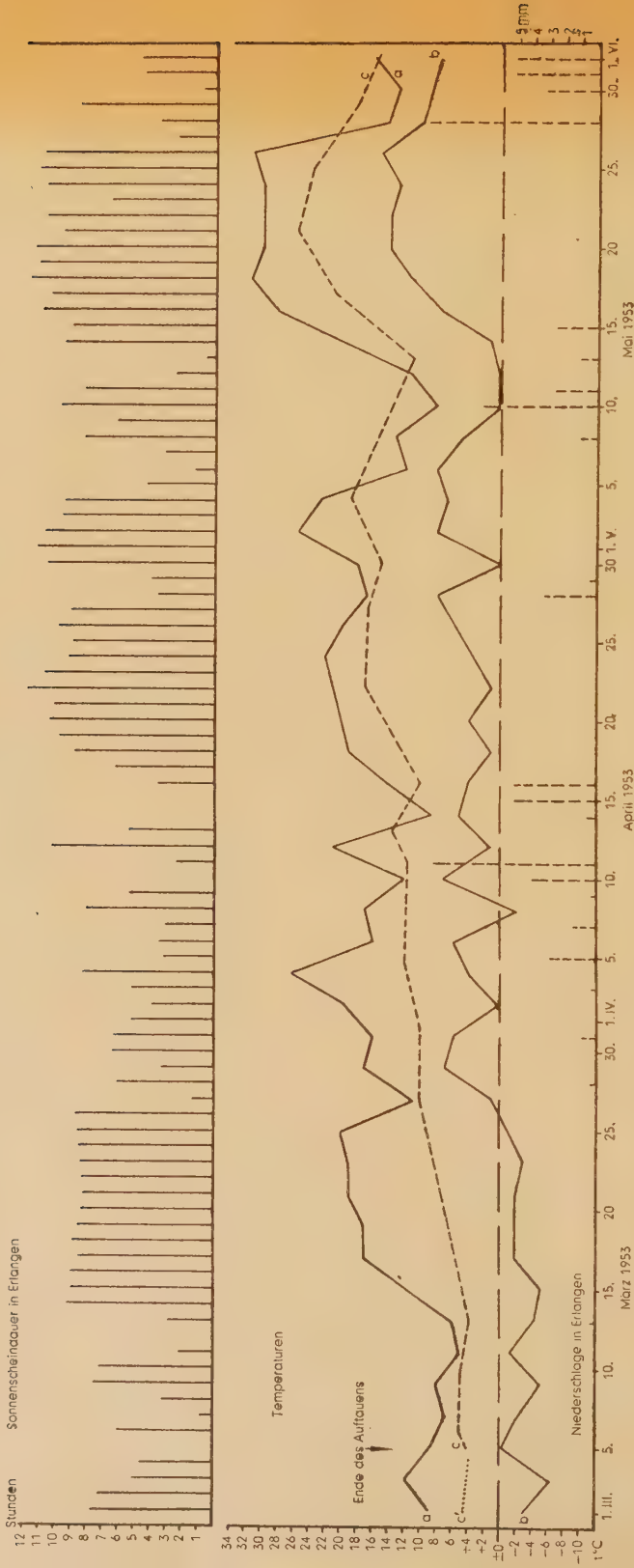
Figur 7: Wetterverlauf und Teichwassertemperatur Herbst und Winter 1952/53 (Oktober 1952 bis Februar 1953). I. Teil



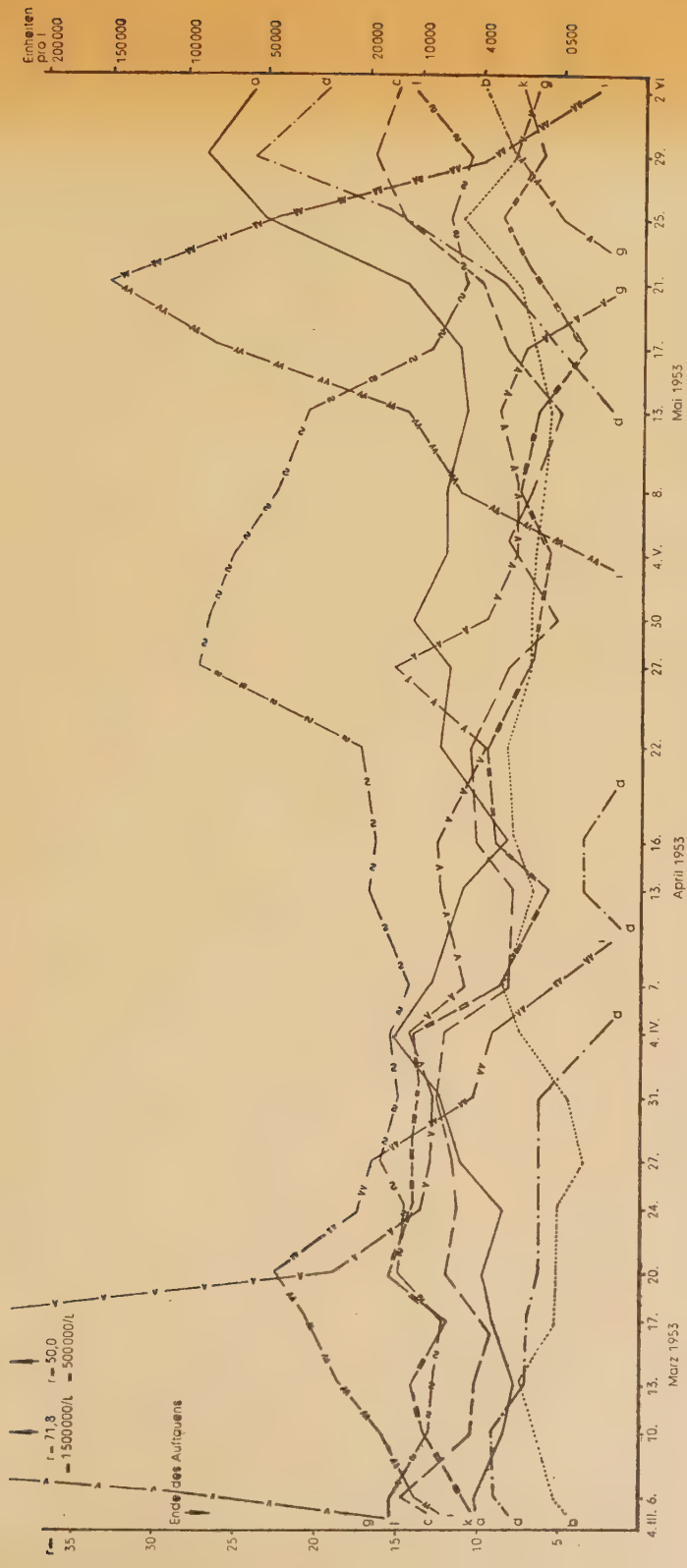
Figur 8: Populationskurven der planktischen Algengruppen (Kugelkurven)
Herbst und Winter 1952/53 (Oktober 1952—Februar 1953), I. Teil



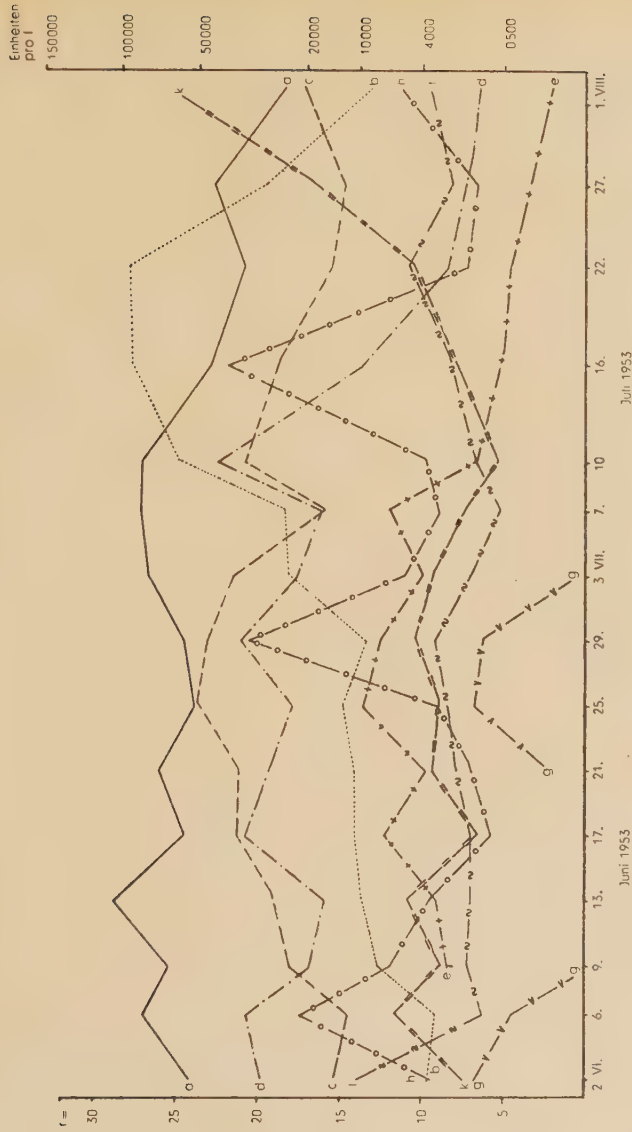
Figur 8: Populationskurven der planktischen Algengruppen (Kugelkurven)
Herbst und Winter 1952/53 (Oktober 1952—Februar 1953), II. Teil



Figur 11: Wetterverlauf und Teichwassertemperatur Frühjahr 1953 (März—Mai)



Figur 12: Populationskurven der planktischen Algengruppen (Kugelkurven) Frühjahr 1953 (März—Mai)



Figur 14: Populationskurven der planktischen Algengruppen (Kugelkurven)
Sommer 1953 (Juni—Juli)

Tabelle 2
Monatlicher Anteil der Gruppen am Aufbau des Planktons
— 1952 — — 1953 —

	August		September		Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli	
	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
1. Cyanophyceen	15	14,6	16	17,4	12	16,0	6	8,1	6	11,6	3	7,0	3	9,0	6	9,1	6	8,5	9	9,3	13	12,0	18	16,6
2. Protococcalen	41	39,8	33	36,1	30	40,0	24	32,9	18	34,6	11	25,5	7	21,2	17	25,7	23	32,8	38	39,2	45	40,9	42	38,2
3. Chrysophyceen	5	4,8	7	7,6	8	10,7	11	15,1	9	17,3	8	18,6	4	12,1	9	13,6	8	11,4	9	9,3	7	6,6	6	5,7
4. Cryptomonaden	1	1,0	1	1,1	1	1,3	2	2,7	2	3,8	2	4,7	2	6,1	2	3,1	2	2,8	2	2,1	1	1,0	1	1,0
5. Euglenalen	13	12,7	12	13,0	10	13,4	7	9,6	2	3,8	6	13,9	5	15,2	8	12,1	6	8,5	10	10,1	11	10,3	9	8,4
6. Peridineen	5	4,8	5	5,4	4	5,3	5	6,9	4	7,7	2	4,7	2	6,1	4	6,1	3	4,2	7	7,2	5	4,8	6	5,7
7. Pl. Diatomeen	2	1,9	3	3,2	4	5,3	5	6,9	4	7,7	5	11,6	4	12,1	5	7,6	4	5,7	4	4,2	4	3,9	4	3,9
8. Heterokonten	3	2,9	3	3,2	3	4,0	1	1,4	2	3,8	1	2,4	—	—	—	—	3	4,7	3	3,1	3	3,0	3	3,0
9. Conjugaten	18	17,5	12	13,0	3	4,0	12	16,4	5	9,7	5	11,6	6	18,2	15	22,7	15	21,4	15	15,5	19	17,5	19	17,5
Gesamtzahl der im Monat beobachteten Arten:	103		92		75		73		52		43		33		66		70		97		108		108	

A = Artenbestand der Gruppe im betreffenden Monat
% = prozentualer Anteil an der Gesamtartenzahl des Monats

VII. Literaturverzeichnis

- Aach, H. G., 1952: Wachstum und Zusammensetzung von *Chlorella pyren.* bei unterschiedlichen Lichtstärken und Nitratmengen. Archiv für Mikrobiologie **17**.
- Apstein, C., 1896: Das Süßwasserplankton. Kiel und Leipzig. 200 S.
- Bachmann, H., 1911: Das Phytoplankton des Süßwassers. Jena. 213 S.
- Benecke, W., 1908: Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten von Algen auf Grund von Versuchen über die Bedingungen der Zygotenbildung bei *Spirogyra communis*. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **1**, 533—552.
- Bethge, H., 1952: Beiträge zur Kenntnis des Teichplanktons I. Ber. d. deutschen Bot. Ges. **65**, 188—197.
- 1953: Beiträge zur Kenntnis des Teichplanktons II. Ber. d. deutschen Bot. Ges. **66**, 93—101.
- 1954: *Mallomonas potsdamensis*, eine neue Mall.-Art. Ber. d. deutschen Bot. Ges. **67**, 69—73.
- Birge, E. A., and Juday, C., 1922: The Inland Lakes of Wisconsin, The Plankton I: Its quantity and chemical composition. Wisconsin geol. and nat. hist. Bulletin **64**, 222 S.
- Bock, O., 1951: Von den Algen des Zechsees bei Kahl am Main. Nachr. des Nat.-wiss. Museums Aschaffenburg **31**, 33—38.
- 1952 Beobachtungen an *Vaucheria* des fränkischen Raumes. Ebendort **35**, 1—14.
- Bock, W., 1952: Floristisch-ökologische Untersuchungen der Algenvegetation periodischer Gewässer im südlichen Teil des Maindreiecks. Archiv f. Hydrobiol. **47**, 9—74.
- Bock, O. u. W., 1953: Das Phytoplankton des Freigerichtsees und des Langen Sees bei Kahl am Main. Nachr. d. Nat.-wiss. Museums Aschaffenburg **38**, 1—106.
- Breßlau, E., 1926: Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Hydrobiologie. Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limn. **3**, 56—108.
- Carter, N., 1937: *Pseudomallomonas anglica*, a new British Flagellate. The New Phytologist (London) **36**, 57—63.
- Černájew, W. P., 1931: Ein Beitrag zum Studium von Wachstumsfaktoren an Karpfenbrut etc. Zeitschr. für Fischerei **29**, 217—282.
- Cilleuls, J. de, 1929: Étude du Phytoplancton des affluents de la Loire. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **22**, 179—231.
- Cnopf, W., 1926: Die Entwicklung und wirtschaftliche Bedeutung der Teichwirtschaft in Mittelfranken. Dissertation, Erlangen. 155 S.
- Conrad, W., 1933: Revision du Genre *Mallomonas* Perty 1851 incl. *Pseudomallomonas* Chodat 1920. Mem. Mus. Royal d'Histoire Nat. de Belgique **56**, 1—82.
- Dimitz, L., 1938: Chemisch-biologische Untersuchungen am Attersee. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **38**, 374—419.
- Ebeling, G., 1931: Veränderungen im Chemiesmus eines Teichwassers bei der Behandlung mit Ätzkalk. Zeitschr. f. Fischerei **29**, 283—296.
- Einsele, W., und Vetter, H., 1938: Untersuchungen über die Entwicklung der chemischen und physikalischen Verhältnisse in einem mäßig eutrophen See (Schleinsee bei Langenargen). Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **38**, 285—324.

- Ek mann, S., 1942: Über eine spezifische Vogelfauna des eutrophen Gewässertyps und ihre schwedische Verbreitung. Arch. f. Hydrobiol. **40**, 743 bis 752.
- Findenegg, I., 1940: Die Planktonproduktion im oligotrophen und eutrophen See. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **40**, 197—207.
- : 1943: Untersuchungen über die Ökologie und die Produktionsverhältnisse des Planktons im Kärntner Seengebiet. Ebendort **43**, 368—429.
- Forel, F. A., 1901: Handbuch der Seenkunde (Allgem. Limnologie). Stuttgart, 249 S.
- Gail, K., 1924: Über zwei faunistische Typen aus der Umgebung von Warschau auf Grund von Untersuchungen an Phyllopoden und Copepoden. Bull. de l'Academie Polonaise de Sciences et des Lettres. Class. Math. Nat. Ser. B.
- Geßner, Fr., 1942: Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität. Arch. f. Hydrobiol. **40**, 687—732.
- : 1943: Die assimilatorische Leistung des Phytoplanktons bezogen auf seinen Chlorophyllgehalt. Zeitschr. f. Botanik **38**, 414—424.
- : 1949: Der Chlorophyllgehalt im See und seine photosynthetische Valenz als geophysikalisches Problem. Schweizer. Zeitschr. f. Hydrologie **11**, Fasc. 3/4.
- : 1950: Das Phytoplankton der oberbayerischen Seen in seiner quantitativen Entfaltung. Ber. d. Bayer. Bot. Ges. **28**, 180—194.
- : 1953: Die Limnologie des Naturschutzgebietes Seelon. Arch. f. Hydrobiol. **47**, 533—624.
- Gistl, R., 1931: Wasserstoffionenkonzentration und Desmidiaceen im Kirchseegebiet. Archiv f. Mikrobiologie **2**, 23—39.
- Glenk, H. O., 1956: *Mallomonas Schwemmler*, eine neue Chrysomonade aus dem Plankton eines fränkischen Teiches. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. **69**, 189—192.
- Gümbel, C. von, 1887: Kurze Erläuterungen zu dem Blatt Bamberg No. XIII der geognostischen Karte des Königreiches Bayern. Cassel, 55 S.
- Handke, H. H., 1941: Hydrogr. u. biochem. Untersuchungen über die Planktonproduktionskraft des Süßen Sees bei Halle. Bot. Archiv **42**, 149—200.
- Harvey, H. W., 1934: Measurement of Phytoplanktonpopulation. Journal of the Mar. Biolog. Ass. **19**.
- Hensen, V., 1887: Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. 5. Ber. d. Kommission zu wiss. Unt. der deutschen Meere, 1—107.
- Heuscher, H., 1917: Das Zooplankton des Zürichsees mit bes. Berücksichtigung der Variabilität einiger Pl. Cladoceren. Arch. f. Hydrobiol. **11**, 1—81 und 153—240.
- Hofmann, J., 1927: Die Aischgründer Karpfenrasse (eine Monographie). Dissertation, Weihenstephan, 76 S.
- Höhne, W., 1954: Experimentelle und mikroklimatische Untersuchungen an Kleingewässern, Abh. d. meteorol. u. hydrolog. Dienstes der DDR **26**, 56 S.
- Hoß, W., 1932: Die Methoden der Messung der Wasserstoffionenkonzentration in Hinblick auf botan. Probleme. Beih. Bot. Zentralblatt **49**, 1—98.
- Huber-Pestalozzi, G., Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer **16**. 1941: Teil 2. 1. Hälfte. 366 S.; 1950: Teil 3, 310 S.
- Huitfeld-Kaas, 1898: Plankton in norwegischen Binnenseen. Biol. Zentralblatt **18**, 623—636.

- Jakob, W., 1934: Die Algenflora der Umgebung von Tübingen. Dissertation Tübingen.
- Järnefelt, H., 1952: Plankton als Indikator der Trophiegruppen d. Seen. Ann. Ac. Sc. Fenn. Ser. A **4**, 29 S.
- Johansen, D. A., 1940: Plant Mikrotechnique. New York, London, 523 S.
- Juday, C., 1929: „Planktonuntersuchungen in Wisconsin“. Bericht in Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **22**, 126—127.
- Jürgensen, Chr., 1935: Die Mairalgeln bei Würzburg. Archiv für Hydrobiol. **28**, 361—414.
- Kaiser, P. E. und Scheffelt, E., 1925: Das Phytoplankton des Chiemsees nebst Algenfunden aus anderen Seen des Chiemgaues. Arch. f. Hydrobiol. **15**, 141—178.
- Kick, H., 1931: Die Algenformen des Rißgebietes. Diss. Tübingen, 73 S.
- Kluth, H., 1938: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin, 7. Auflage, 281 S.
- Kluth, H., und Olszewski, 1945: ebenso.
- Köberlin, A., 1899: Zur Geschichte der Fischerei in Franken. Allg. Fischerzeitung **24**.
- Kolkwitz, R. u. Marsson, M., 1908: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutschen Bot. Ges. **26a**, 505—519.
- Krieger, W., 1927: Zur Biologie des Flußplanktons. Pflanzenforschung **10**, 66 S.
- Kříženecký, J., 1926: Über die nutritive Bedeutung der im Wasser aufgelösten organischen Substanzen f. d. Wassertiere. Archiv f. Hydrobiol. **16**, 169—196.
- Kühl, H. und Mann, H., 1953: Die rhythmischen Veränderungen im Chemosismus von Aquarienwässern u. ihre biol. Bedeutung. Die Aquarien- u. Terrarienzeitschrift 1953, H. 1—5, **6**.
- Lakowitz, 1934: Die Algen der drei Seen im Bemberitz-Recknitztal. Ber. d. westpreuß. bot. zool. Vereins **56**, Abt. 6, 1—10.
- Lampert, K., 1899: Das Leben der Binnengewässer, Leipzig, 591 S.
- 1907: Zur Kenntnis der niederen Tier- und Pflanzenwelt des Dutzendteiches bei Nürnberg. Festschrift zum 16. deutschen Geographentag in Nürnberg, 257—270.
- Lemmermann, E., 1895: Verzeichnis der in der Umgebung von Plön gesammelten Algen. Forschungsber. aus d. biol. Station zu Plön **3**, 18—67.
- Liebmann, H., 1951: Handbuch der Frischwasser- u. Abwasserbiologie. München, Band **1**, 539 S.
- Lohmann, H., 1911: Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebenden Zustand. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **4**, 1—38.
- 1908: Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresuntersuchung N. F. **1** Kiel, 129—370.
- Lozéron, H., 1902: La répartition verticale du plancton dans le lac de Zurich. Dissertation Zürich, 84 S.
- Martius, C. Fr. Ph., 1817: Flora Cryptogamica Erlangensis. Nürnberg, 512 S.
- Mayer, A. 1940: Die Diatomeenflora von Erlangen. Denkschrift d. Bayer. Bot. Ges. **21**, N. F. **15 b**, 112 S.
- Mayer, O., 1933: Gas- und Wasserfach **76**, Nr. **14**.
- Migula, W., 1888/89: Die Verbreitungswege der Algen. Biol. Zentralblatt **8**, 514—517.
- Mitteilungen des deutschen Wetterdienstes in der U.S.-Zone. Zentralamt Bad Kissingen, Nr. **4**/1950.

- Nachtigall, G., 1933: Gas- und Wasserfach **76**, Nr. 46.
- Naumann, E., 1914: Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons I. Biol. Zentralblatt **34**, 583—594.
- 1923: See und Teich (Plankton und Neuston). Abderhalden Handbuch d. nat. wiss. Arbeitsmethoden, Abtlg. 9, Teil 2, 139—228.
- 1925: Undersökningar öfver fytoplankton i dammar vid Åneboda fiskeriförsökstation. Åren 1911—1920. Lunds Universitets Årsskrift N. F. **21**, 1—64
- 1926 a: Über Produktionsgesetze des Planktons. Arch. f. Hydrobiol. **17**, 644—652.
- 1926 b: Einige Grundlinien zur Chorologie des limnischen Phytoplanktons. Arch. f. Hydrobiol. **17**, 653—672.
- 1927: Die Definition des Teichbegriffs. Arch. f. Hydrobiol. **18**, 201—206.
- 1929 a: Grundlinien der experimentellen Planktonforschung. Die Binnengewässer **6**, 100 S.
- 1929 b: Einige neue Gesichtspunkte zur Systematik der Gewässertypen mit bes. Berücksichtigung der Seetypen. Arch. f. Hydrobiol. **20**, 191—198.
- 1931: Limnologische Terminologie. Abderhalden Handbuch der nat. wiss. Arbeitsmethoden, Abtlg. 9, Teil 8, 776 S.
- 1932: Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer **11**, 176 S.
- Ohle, W., 1935: siehe bei Wunder 1935 a.
- Panknin, W., 1941: Die Vegetation einiger Seen in der Umgebung von Joachimsthal/Uckermark. Bibliotheca Botanica, Stuttgart, **119**.
- Pütter, A., 1909: Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena, 168 S.
- 1925: Ernährung der Copepoden. Arch. f. Hydrobiol. **15**, 70—117.
- Reinsch, P., 1867: Die Algenflora des mittleren Theiles von Franken. Nürnberg, 238 S.
- Rohde, W., 1948: Environmental Requirements of Fresh-Water Plankton Algae. Symbolae Bot. Upsalenses **10**, 1—149.
- Roll, H., 1942: Pflanzensoziologie und Seetypenlehre. Arch. f. Hydrobiol. **40**, 31—47.
- Ruttner, Fr., 1914: Die Verteilung des Planktons in Süßwasserseen. Abderhalden: Fortschritte d. nat. wiss. Forschung **10**, 273—336.
- 1921: Das elektrolytische Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einfluß submerser Gewächse I. Sitz.-ber. d. Akad. d. Wiss., Wien. Math. Naturwiss. Klasse 1/130, 71—108.
- 1931: Hydrogr. und hydrochem. Beobachtungen auf Java, Sumatra und Bali. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. **8**, 197—451.
- 1940: Grundriß der Limnologie (Hydrobiol. d. Süßwassers). Berlin, 167 S.
- Rylov, W. M., 1927: Studien über das Teichplankton der Umgebung des Peterhofer Nat.-wiss. Museums. Travaux d'Institut nat. de Peterhof **4**, 5—236. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung.)
- Schädel, A., 1917: Produzenten und Konsumenten im Teichplankton. Arch. f. Hydrobiol. **11**, 404—457 u. 511—564.
- Schlenker, G., 1923: Das Naturschutzgebiet am Federsee, 5. Abschnitt: Mikroorganismen. Beiträge z. Naturdenkmalspflege **8**, 164—296.
- Schmidtler, K., 1941: Eisbeobachtungen am Starnbergersee. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **41**, 409—450.
- Schmitz, W., 1951/1952: Quantitative Phytoplanktonuntersuchungen mit Membranfiltern. Jahresber. d. limnolog. Flußstation Freudenthal **2** u. **3**, 87—88.

- Schömmmer, Fr., 1949: Kryptogamenpraktikum. Stuttgart, 492 S.
- Schröter, C., 1897: Die Schwebflora (Phytoplankton) unserer Seen. 99. Neujahresblatt d. nat. forschenden Ges. Zürich, 57 S.
- Sedlmayer, K. A., 1931: Ein Beitrag zur Klimatologie des Teiches. Zeitschr. f. Fischerei **29**, 305—315.
- Steinecke, Fr., 1940: Der Süßwassersee. Leipzig, 188 S.
- Steiner, G., 1919: Untersuchungsverfahren u. Hilfsmittel z. Erforschg. der Lebewelt d. Gewässer. Handbuch d. mikroskop. Technik, Teil 7 u. 8, Stuttgart.
- Steiner, M., 1938: Zur Kenntnis d. Phosphatkreislaufes in Seen. Die Naturwissenschaften **26**, 723—724.
- Stěpán, W. J., 1931: Erschöpfung des Stoffes in Teichen. Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limn. **5**.
- Stippenberger, H., 1929: Das Phytoplankton im besonderen das Nannoplankton einiger Trabantenseen d. Chiemsees. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **22**, 129—145.
- Suchland, O., 1922: Ein Beitrag zur Kenntnis der Periodizität des Phytoplanktons. Arch. f. Hydrobiol. **13**, 754—760.
- Teiling, E., 1946: Zur Phytoplanktonflora Schwedens. Botaniska Notiser **1**, 61—88.
- Thienemann, A., 1922: Biologische Seentypen. Arch. f. Hydrobiol. **13**, 347—370.
- : 1925: Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer **1**, Stuttgart, 255 S.
- Thunmark, S., 1945: Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Folia Limnologica Scandinavica **3**, 1—66.
- Trödt, F. u. Teske, G.: 1953: Über die biolog. Anwendbarkeit der elektrochemischen Sauerstoffmeßmethode. Biol. Zentralblatt **72**.
- Utermöhl, H., 1925: Limnologische Phytoplanktonstudien. (Die Besiedlung ostholsteinischer Seen mit Schwebpflanzen.) Arch. f. Hydrobiol. Suppl. 5, 527 S.
- : 1931a: Über die Bedeutung der quantitativen Planktonforschung und deren Vervollkommnung. Forschungen und Fortschritte **7**, 162/163.
- : 1931b: Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. Verh. Int. Ver. theor. u. angew. Limn. **5**, 567—596.
- : 1935: Siehe bei Wunder, 1935 a.
- Uspenski, E. E., 1927: Eisen als Faktor f. d. Verbreitung niederer Wasserpflanzen. Pflanzenforschung **9**, 104 S.
- Varga, L., 1934: Wandelwege und heutiger Stand der Pütter'schen Theorie. Arch. f. Hydrobiol. **26**, 255—278.
- Vetter, H., 1937: Limnol. Untersuchungen über d. Phytoplankton u. seine Beziehungen zur Ernährung d. Zooplanktons im Schleinsee bei Langenargen am Bodensee. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **34**, 499—561.
- Volk, R., 1901: Die bei der Hamburger Elbeuntersuchung angewandten Methoden z. quant. Ermittlung d. Planktons. Mitt. d. Nat. wiss. Museums in Hamburg **13**, 135 S.
- Wehrle, E., 1927: Studien über PH-Verhältnisse an Algenstandorten. Zeitschrift f. Botanik **19**, 209—287.
- Weimann, R., 1934: Hydrobiol. u. hydrogr. Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. Beihefte z. Bot. Zentralblatt **51**, 397—476.
- : 1935a: Chemisch-biol. Untersuchungen an einem Teich. Arch. f. Hydrobiol. **28**, 619—656.

- : 1935b: Die Grünfärbung des Wassers in schles. Karpfenteichen. *Fischereizeitg.* **38**, 789—791.
- : 1936a: Über Düngerwirkung in schlesischen Karpfenteichen. *Das Superphosphat* **12**, 1—3.
- : 1936b: Über Grünfärbung, Planktonreichtum und Ertragssteigerung in schlesischen Karpfenteichen. *Fischereizeitung* **39**.
- : 1939: Über Plankton, Düngung und Fischerträge in niederschlesischen Karpfenteichen. *Arch. f. Hydrobiol.* **34**, 659—693.
- : 1942: Zur Gliederung und Dynamik der Flachgewässer. *Arch. f. Hydrobiol.* **38**, 481—524.
- Welch, P. S., 1952: *Limnology*. Second edition, New York, Toronto, London, 538 S.
- Wesenberg-Lund, C., 1904: *Studier over de Danske Søers Plankton. Special Part I (Text)*, 224 S., Copenhagen.
- Witterungsberichte: Hsg. vom deutschen Wetterdienst in der US-Zone, Zentralamt Bad Kissingen 6. Jahrgang 1952.
- : *Monatliche, des deutschen Wetterdienstes*. Bad Kissingen 1. Jahrgang 1953.
- Wunder, W., Utermöhl, H., Ohle, W., 1935a: Untersuchungen über die Wirkung von Superphosphat bei der Düngung großer Karpfenteiche. *Zeitschrift f. Fischerei* **33**, 555—613.
- Wunder, W., 1935b: Die Planktonröhre aus Zellhorn, ein neues hydrobiologisches Gerät. *Arch. f. Hydrobiol.* **28**, 659—662.
- Wundsch, H. H., 1921: Beiträge zur Frage nach dem Einfluß von Temperatur und Ernährung auf die quantitative Entwicklung von Süßwasserorganismen. *Zool. Jahrbuch Abtlg. Allg. Zool. u. Physiol. d. Tiere* **38**, 1—48.
- Yoshimura, S., 1935: Relations between Depth for Maximum Amount of Excess Oxygen during the Summer Stagnation Period and the Transparency of Fresh-Water Lakes of Japan. *Proceedings of the Imp. Academy Tokyo* **11**, 356—358.
- Zacharias, O., 1898a: Das Heleoplankton. *Zool. Anzeiger* **21**, 24—32.
- : 1898b: Über einige interessante Funde im Plankton sächsischer Fischteiche. *Biol. Zentralblatt* **18**, 714—718.
- : 1899: Über einige biolog. Unterschiede zw. Teichen u. Seen. *Ebendorf* **19**, 313—319.
- Zeller, 1941/42: Der Einschluß in Glycerin. *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie* **58**.
- Zieglmeyer, E., 1938: Das tierische Teichplankton; die Untersuchungsmethoden der mengenmäßigen Verteilung während der Zeit der Besspannung und die daraus folgende Beurteilung des Teichcharakters. *Fischereizeitung* **41**.
- : 1940: Die qualitative und quantitative Verteilung des Zooplanktons in einigen großen Fischteichen der Bartschniederung mit bes. Berücksichtigung der Cladoceren und Copepoden. *Arch. f. Hydrobiol.* **36**, 495—551.

Lebenslauf

Am 9. Dezember 1927 wurde ich, Hans-Otto Wilhelm Glenk, in Feuchtwangen (Mfr.) als Sohn des Bezirksarztes Dr. Karl Glenk und seiner Ehefrau Anni, geb. Jüngling, geboren.

Im Jahre 1930 wurde mein Vater nach Fürth i. Bay. versetzt, wo ich von 1934—1938 die Volksschule besuchte. Im April 1938 trat ich in das Humanistische Neue Gymnasium in Nürnberg ein. Am 19. September 1944 wurde ich aus der 7. Klasse heraus zum RAD eingezogen. Von November 1944 bis September 1948 war meine Ausbildung durch Wehrdienst und Kriegsgefangenschaft in Frankreich unterbrochen. Nach meiner Rückkehr besuchte ich einen Sonderlehrgang für Kriegsteilnehmer an der Oberrealschule Ansbach, der mit der Reifeprüfung abschloß.

Im Wintersemester 1949/50 begann ich mit dem Studium der Naturwissenschaften (Botanik, Zoologie, Chemie, Geographie) an der Universität Erlangen. Im Sommersemester 1951 und Wintersemester 1951/52 studierte ich an der Universität Tübingen, dann wieder in Erlangen.

Im Jahre 1953 habe ich das Staatsexamen für das Höhere Lehramt in Chemie und Philosophie und 1954 in Biologie und Geographie bestanden.

Meine wissenschaftliche Ausbildung verdanke ich folgenden Herren Professoren und Dozenten:

Universität Erlangen: Berninger, Blüthgen, v. Freyberg, Gauckler, Haustein, Hesse, Hilsch, Kuhn, Meuwsen, Neuhaus, Pummerer, Ruhland, Schwemmle, Stammer, Wunder, Zocher. - Universität Tübingen: Bünning, Butenandt, Huttenlocher, Krüger, A. Kühn, Rüdorff, Schindewolf, Schröder, Gg. Wagner, H. Weber, Zimmermann.

